



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

## **FACULTAD DE INGENIERÍA**

### **ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**

Diseño sísmico de un edificio de 10 pisos comparando la norma peruana E.030-2016 y la norma chilena NCH 433-2012, Miraflores 2018

### **TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

#### **AUTORES:**

Bach. Fernando Retamozo Paitán

Bach. Willian Marcelo Milachay Loayza

#### **ASESOR:**


Mg. Cesar Paccha Rufasto

#### **LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

**LIMA – PERÚ**

**2018**

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS</b>	Código : F07-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 67 de 120
--	---------------------------------------	--


El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don (a), **MILACHAY LOAYZA, WILLIAN MARCELO**  
 Cuyo título es: **“DISEÑO SÍSMICO DE UN EDIFICIO DE 10 PISOS COMPARANDO LA NORMA PERUANA E.030-2016 Y LA NORMA CHILENA NCH 433-2012, MIRAFLORES 2018”**

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de: **12 (número) DOCE (letras)**.


Lima, San Juan de Lurigancho, 17 de Diciembre de 2018

  
 .....  
 Dra. Ing. GARCIA ALVAREZ MARIA YSABEL  
 PRESIDENTE

  
 .....  
 Mgtr. Ing. RODRIGUEZ SOLIS CARMEN BEATRIZ  
 SECRETARIO

  
 .....  
 Ing. DE LA CRUZ HERRERA ANDRES EDUARDO  
 VOCAL


Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS</b>	Código : F07-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 89 de 120


El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don (a), **RETAMOZO PAITAN, FERNANDO**  
Cuyo título es: **“DISEÑO SÍSMICO DE UN EDIFICIO DE 10 PISOS COMPARANDO LA NORMA PERUANA E.030-2016 Y LA NORMA CHILENA NCH 433-2012, MIRAFLORES 2018”**

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de: **12 (número) DOCE (letras)**.

Lima, San Juan de Lurigancho, 17 de Diciembre de 2018

  
.....  
Dra. Ing. GARCIA ALVAREZ MARIA YSABEL  
PRESIDENTE

  
.....  
Mgtr. Ing. RODRIGUEZ SOLIS CARMEN BEATRIZ  
SECRETARIO

  
.....  
Ing. DE LA CRUZ HERRERA ANDRES EDUARDO  
VOCAL

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

### **Dedicatoria**

La vigente tesis será dedicada a nuestras familias que con su apoyo y soporte logramos completar nuestra carrera.

**RETAMOZO PAITÁN, FERNANDO.**

A nuestros padres y hermanos por su soporte; seguridad, que jornada a jornada nos incitaron y gravitaron en destacado y nueva aspiración de vida.

**MILACHAY LOAYZA, WILLIAN M.**

### **Agradecimiento**

Gracias a nuestra casa de estudio, muchas gracias por los conocimientos adquiridos y lograr superar muchos obstaculos en el camino, nuestro agradecimiento en especial a todos los que hicieron posible culminar nuestros, ya sea de forma directa o indirecta, gracias a todos ustedes y apoyo en especial de nuestros asesores y docentes de nuestra casa de estudio por las sapiencias transmitidas.

### **Declaración de autenticidad**

Nosotros, Fernando Retamozo Paitán N°23266327 y Willian Marcelo Milachay Loayza N° 09599389 A efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería civil, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y autentica.

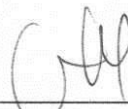
Asi mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento o umision tanto de los documentos como de informacion aportada por el cual me someto a los dispuesto en las normas académicas de la Universidad Cesar Vallejo.

Lima, Diciembre del 2018



Fernando Retamozo Paitán




Willian M. Milachay Loayza

## **Presentación**

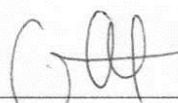
Señores Miembros del jurado:

En cumpliendo del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, presento ante ustedes la Tesis titulada: “DISEÑO SÍSMICO DE UN EDIFICIO DE 10 PISOS COMPARANDO LA NORMA PERUANA E.030-2016 Y LA NORMA CHILENA NCH 433-2012, MIRAFLORES 2018”, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil.



---

Fernando Retamozo Paitán



---

Willian M. Milachay Loayza

## Indice de contenidos

	Pag.
Pagina del jurado .....	ii
Dedicatoria.....	iv
Agradecimiento .....	v
Indice de contenidos .....	viii
Indice de tablas .....	xi
Indice de figuras .....	xiii
Resumen .....	xiv
Abstract.....	xv
I. INTRODUCCIÓN .....	16
1.1. Realidad problemática .....	16
1.2. Trabajos previos .....	16
1.3. Teorías relacionadas al tema.....	19
1.3.1. Interacción suelo estructura .....	19
1.3.2. Parámetros de Sitio (S, TP y TL) .....	26
1.3.3. Perfiles de suelo - NCh 433 .....	29
1.4. Formulación del problema.....	36
1.4.2. Problemas específicos.....	36
1.5. Justificación del estudio.....	36
1.5.1 Justificación teórica .....	36



1.5.2. Justificación metodológica .....	37
1.5.3. Justificación tecnológica.....	37
1.5.4. Justificación económica.....	37
1.6. Objetivos.....	37
1.6.1. Objetivo general .....	37
1.6.2. Objetivos específicos .....	38
II. MÉTODO .....	38
2.1. Diseño de la investigación.....	38
2.2. Variables, Operacionalización.....	38
2.2.1 Matriz de operacionalización de las variables .....	39
2.2.2. Matriz de Consistencia .....	40
2.3. Población y muestra.....	41
2.3.1. Población .....	41
2.3.2. Muestra .....	41
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad .....	41
2.4.1. Instrumentos de recolección de datos .....	41
2.4.2. Procesamiento de datos .....	42
2.5. Métodos de análisis de datos .....	42
2.6. Aspectos éticos .....	42
III. RESULTADOS .....	43
3.1. Información General.....	43

3.1.1. Caso de Investigación .....	43
3.1.1.1. Edificio de 10 Pisos .....	43
3.1.1.3. Terreno.....	44
3.2. Altura del Edificio .....	44
3.2.1. Área de la Edificio .....	45
3.2.2. Cargas Unitarias (Según la Norma e-0.20).....	45
3.2.3. Modelo Estructural .....	46
3.2.4. Estimación del peso de la edificación.....	48
3.3. Análisis Estructural de la Edificación con las Norma E.030-2016 y Norma Nch 433-2012 .....	48
3.3.1. Análisis Estático .....	48
3.3.1.1. Parámetros sísmicos de la edificación .....	48
3.3.1.2. Fuerza cortante en la base.....	50
3.3.2. Análisis dinámico .....	50
3.3.3. Comparación de Cuadros de Lugar .....	52
IV. DISCUSION.....	66
V. CONCLUSIONES .....	68
VI. RECOMENDACIONES .....	70
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	72
VIII. ANEXOS .....	75
Anexo 1. Acta de aprobación de originalidad de Tesis .....	76

## Indice de tablas

	Pag.
Tabla 1. Factores de aceleración E.030 .....	22
Tabla 2. Representa diferentes características de perfiles de suelo .....	26
Tabla 3. Clasificación sísmica del terreno de fundación .....	26
Tabla 4. Factor de suelo “S” .....	27
Tabla 5. Periodos “Tp” y “Tl” .....	27
Tabla 6. Tipo de suelo .....	27
Tabla 9. Periodos dinámicos Norma E.030-2016.....	49
Tabla 10. Periodos dinámicos Norma E.030-2003.....	49
Tabla 11. Parámetros sísmicos .....	51
Tabla 12. Parámetros sísmicos con la Norma E.030-2003.....	51
Tabla 13. Datos de lugar.....	52
Tabla 14. Análisis sísmico.....	53
Tabla 15. Factor de suelo.....	54
Tabla 16. Coeficiente sísmico .....	54
Tabla 17. Periodo fundamental de vibración.....	54
Tabla 18. Espectro norma peruana E.030-2016 .....	55
Tabla 19. Espectro norma chilena Nch 433-2012 .....	55
Tabla 20. Análisis modal espectral.....	56
Tabla 21. Análisis modal espectral norma Nch 433-2012.....	57

Tabla 22. Table: Mass Summary by Story .....	58
Tabla 23. Comparación de cortante estático.....	59
Tabla 24. Cortante estatico .....	59
Tabla 25. Periodo y participación de masa según Norma E.030-2016.....	60
Tabla 26. Periodo y participación de masa según Norma Nch 433-2012 .....	60
Tabla 27. Cortante dinamica inicial según Norma e.030-2016 .....	61
Tabla 28. Comparacion de cortantes .....	61
Tabla 29. Cortante dinámica.....	62
Tabla 30. Cortante dinámica inicial.....	62
Tabla 31. Comparacion de cortantes .....	62
Tabla 32. Cortante dinámica amplificada según Norma Nch 433-2012 .....	63
Tabla 33. Esfuerzos máximos dirección x según Norma E.030-2016.....	63
Tabla 34. Esfuerzos máximos dirección x según Norma Nch 433-2012 .....	63
Tabla 35. Comparación de desplazamientos relativos de entrepiso .....	64
Tabla 36. Comparación de desplazamiento máximo de un punto por piso.....	65
Tabla 37. Desplazamientos laterales máximos por piso Norma Nch 433-2012.....	66

## Indice de figuras

	Pag.
Figura 1. Mapeo de aceleraciones sísmicas del territorio nacional (IGP .....	21
Figura 2. Mapa de zonificación sísmica (reglamento nacional de edificaciones E.030-2016)	22
Figura 3. Zonificación sísmica de la región I, II, III y XV .....	23
Figura 4. Zonificación sísmica de las regiones IV, V, VI, VII, VIII, IX, XIV Fuente norma Nch 433 figura 4.1 b) .....	24
Figura 5. Zonificación sísmica de las regiones XI y XIII. ....	25
Figura 6. Formas de edificio con planta y elevaciones indeseables y deseables (San Bartolomé. Quiun Silva 2014).....	33
Figura 7. Elevación de la edificación.....	43
Figura 8. Ubicación del edificio a partir de una imagen satelital. ....	44
Figura 9. Altura de la edificación 36.00 m. ....	45
Figura 10. Modelamiento estructural de la edificación .....	46
Figura 11. Estructuración de la edificación. ....	47

## **Resumen**

La vigente tesis tiene como ecuánime al estudio comparativo de la normativa de Perú E.030-2016 y la normativa de Chile NCH 433-2012. aplicado en edificaciones comunes de diez pisos de tipo dual, teniendo en cuenta las rectificaciones y avances que presenta qué ha sido diseñado para resistir sucesos sísmicos rigurosos, con la cual se podrá sobresalir las fortalezas y extenuaciones de diseño sísmico y que la estructura se considere como regular. Que la edificación se pueda modelar en el programa Etabs v16 que se obtienen los periodos fundamentales (T) de la estructura aplicando las cargas estáticas.

En el desarrollo de los estudios habituales se da discernimiento a la investigación que se debe conservar para inspeccionar las dos normativas, a partir de las historias que involucran los terremotos conectados a normativa de la ingeniería sísmica las normativas de Perú E.030-2016 y la normativa de Chile NCH 433-2012 hasta las nociones mínimas de la sismología y dinámica estructural, internamente en cada Normativa se verá la trascendencia, elementos y medidas que actúan en el total del análisis sísmico dinámico, así como en el espectro de diseño que las dos Normativas de Diseño formulan.

Concluyentemente, se concluyó que con la norma chilena NCH 433-2012, según su procedimiento de análisis y el método para calcular el espectro de diseño, se obtuvieron resultados menores en comparación con la norma peruana NTP E.030-2016, tanto en deformaciones laterales como en las derivas de entrepiso.

**Palabras Clave:** Diseño sismorresistente, espectro de respuesta.

## **Abstract**

The current thesis has as equatorial the comparative study of the regulations of Perú E.030-2016 and the Chilean regulation NCH 433-2012. applied in common buildings of ten floors of dual type, taking into account the rectifications and advances that presents what has been designed to resist rigorous seismic events, with which the strengths and extentions of seismic design can be highlighted and that the structure is considered as regular. That the building can be modeled in the Etabs v16 program that the fundamental periods (T) of the structure are obtained by applying the static loads.

In the development of the usual studies, discernment is given to the research that must be kept in order to inspect the two regulations, based on the stories that involve earthquakes connected to the regulations of seismic engineering, the regulations of Peru E.030-2016 and the chilean norm NCH 433-2012 up to the minimum notions of seismology and structural dynamics, internally in each norm will be the scope, elements and measures that act in the total design spectrum, as well as the dynamic seismic analysis that the two regulations of Design formulated.

Concluding, it was concluded that with the Chilean standard NCH 433-2012, according to its analysis procedure and the method to calculate the design spectrum, lower results were obtained compared to the Peruvian standard NTP E.030-2016, both in lateral deformations as in the mezzanine drifts.

**Keywords:** seismic design, response spectrum.

## **I. INTRODUCCIÓN**

### **1.1. Realidad problemática**

La investigación de diseño sismorresistente, que establece nuevos parámetros de diseño para conocer cuán económica y segura resultaría la construcción de una edificación en el distrito de Miraflores frente a un El año 2016 en el Perú se actualizó la normativa peruana E.030-2016 sismo moderado, por lo que la adaptación de los parámetros que indican estas normas para su análisis, resulta ser un dato de interés.

Debido a los sismos surge la necesidad de estar al tanto y tener conocimiento del comportamiento sísmico de la construcción con sistema estructural dual, de concreto armado, calculada con la modernidad de la normativa peruana E.030-2016

Además, es bueno mostrarse de acuerdo que en Chile las estructuras son principalmente del tipo dual compuesto de pórticos con diagonales con muros estructurales y losas de Diseño Sismorresistente, estar al tanto de los parámetros sísmicos y así establecer los contrastes que tiene la normatividad comparada con la normativa chilena NCH 433-2012 Diseño Sísmorresistente de Edificaciones, la cual fue actualizada el año 2012, esta normativa es clasificada como optima, debido a sus constantes innovaciones que a su vez forma resultado de los terremotos a los que se vio afectado el país chileno, asimismo es de comprensión habitual que los movimientos sísmico es el mejor metodo para el analisis y estudio de la ingeniería sismica.macizas.

### **1.2. Trabajos previos**

Para la actual averiguación se tomaron como referencia los siguientes estudios:

#### **Ámbito internacionales**

En el año 2015 en España, José Froilán Málaga Cardoza realizó la investigación denominada ***ESTUDIO COMPARATIVO DE NORMAS INTERNACIONALES RESPECTO A LOS***



**ESPECTROS SÍSMICOS DE RESPUESTA** a la Universidad Politécnica de Madrid dándose las siguientes conclusiones:

La normativa que más desfavorece es la de costa rica, seguida por la de argelia, la de peru y la de españa. Como era de esperar España es el país con menos influencia sísmica destacando también que el espectro sísmico empleado no es ni mucho menos el general a ser empleado en el territorio español. El espectro sísmico de diseño de la normativa de peru es más general, ya que aproximadamente 1/3 del territorio debe acatar la disposición.

De igual condición, determinó que la normativa de argelia es en términos de los parámetros usados y su aplicación las mas compleja. Su espectro sísmico es apreciado como frecuente para su territorio, pero de acuerdo a la gran amplificación del país no se debería considerar como despreciable.

En el año 2013 en Venezuela, Keyberling López Guebara, Astrid Sofía Matheus Damián realizaron el estudio de investigación denominado **EVALUACIÓN DEL IMPACTO EN LA SELECCIÓN DE NORMAS SÍSMICAS PARA EL DISEÑO DE ESTRUCTURAS INDUSTRIALES** de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Católica Andrés Bello y obtuvieron las siguientes conclusiones:

Se obtuvieron las gráficas de coeficientes de corte basal versus periodo, mediante la evaluación de los requisitos específicos de cada una de las normas y especificaciones con los cuales se construyeron los gráficos comparativos necesarios para el análisis. Así mismo, mediante el análisis de los graficas mencionadas, se realizó una comparación entre las normas y especificaciones ASCE 7-10, PDVSA JA y UBC 97.

De la misma manera, determinó el impacto que genera la selección de estas normativas sísmicas para las edificaciones y equipos en el marco de proyectos industriales, resultando la especificación ASCE 7-10 la de mayor exigencia en lo que respecta al coeficiente de corte, seguida por la PDVSA JA -221. Al analizar los resultados se concluye que las normas

y especificaciones norteamericanas resultan cada vez más conservadoras, esto se puede apreciar comparando los resultados obtenidos, donde la UBC 97 siendo de mayor antigüedad genera resultados menos exigentes.

### **Ámbito nacional**

En el año 2016, Cesar Gonzales Toyco y Alfredo Veli Segovia formularon la investigación ante la Universidad Particular San Martin de Porres denominada ***EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE UNA EDIFICACIÓN APLICANDO LA NTP E.030-2016 Y LA NORMA CHILENA 433-201***

Concluyendo que de acuerdo al calculo, revisión y comparación de las de distorsiones la Normativa Tecnica Peruana E.030 – 2016 cumple según la normativa con el límite máximo de distorsiones asumiendo un valor extremo de 0.002717 y el parámetro de zonificación tiene un valor de  $Z_4=0.45$  g.

En el año 2014. Alberto André Vergara Luna Victoria, Mario Cesar Zevallos Esquivel realizaron el estudio ***ANÁLISIS SÍSMICO POR DESEMPEÑO ESTÁTICO NO LINEAL DE UN EDIFICIO EN LA CIUDAD DE TRUJILLO, LA LIBERTAD*** a la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada Antenor Orrego, concluyo que el estudio no lineal estático pushover, era un proceso por el cual se podía comprender el procedimiento de las edificaciones ante un sismo, puesto que presentaba la aparición de la secuencia de rotulas que la llevarían a colapsar y que usando la Normativa Sismo resistente de Peru E.030 se podía conseguir el grado de deterioro producido. Se realizaron análisis del edificio de 6 niveles utilizando la demanda de la norma peruana, obteniendo un desempeño generoso respecto al punto de control, lo que indicó que la norma peruana era conservadora.

En el año 2004. Luis Eduardo Andrade Insua sustentó la investigación denominada **CONTROL DE LA DERIVA EN LAS NORMAS DE DISEÑO SISMO RESISTENTE** ante la Pontificia Universidad Católica Del Perú, concluyendo que el estudio de un grupo de edificaciones de iguales propiedades, existía versatilidad en la volumen, la demanda y las fases de daño y íntegro a esta versatilidad era preciso utilizar un procedimiento que admita valorar probabilísticamente el cometido de las edificaciones ante una determinada demanda sísmica.

También, fue posible examinar los requerimientos de rigidez de la normativa peruana con relación a las de otras normas sísmicas a través un Índice de Rigidez Relativo a lo extenso del espectro, por lo que se calculaba como el cociente entre el Índice de Rigurosidad de los parametros del territorio que corresponde y el Índice de Rigurosidad de la disposición peruana. o los valores límites de la deriva de entrepiso.

### **1.3. Teorías relacionadas al tema**

#### **1.3.1. Interacción suelo estructura**

#### **PELIGRO SISMICO**

Miguel Herraiz (1997) sostiene: “se entiende por peligrosidad sísmica (seismic hazard) a la posibilidad de que un parámetro designado para calcular la vibración del suelo (alejamiento, aceleración, velocidad, dimension, fuerza) resalte un nivel cedido a lo largo del tiempo que se considera de interés” (p. 101) y como consecuencia provocar un fenómeno físico, Siendo así la representación de los efectos estimulados por los terremotos en un área determinada.

El Perú se encuentra dentro de la franja de sismicidad más transcendental del perímetro del Océano Pacífico que es distinguida como el cinturón de fuego.

Desde el punto de panorama estructural las aceleraciones del suelo duro para los sismos severos son de gran importancia, es por ello que en la norma E-030-2016 se actualizo la aceleración máxima para cada zona que determinó el comité 40 técnico en base a mapas de aceleraciones sísmicas elaboradas por especialistas.

Miguel Herraiz (1997) sostiene: “se entiende por peligrosidad sísmica (seismic hazard) a la posibilidad de que un parámetro designado para calcular la vibración del suelo (alejamiento, aceleración, velocidad, dimension, fuerza) resalte un nivel cedido a lo largo del tiempo que se considera de interés” (p. 101) y como consecuencia provocar un fenómeno físico, Siendo así la representación de los efectos estimulados por los terremotos en un área determinada.

El Perú se encuentra dentro de la franja de sismicidad más transcendental del perímetro del Océano Pacífico que es distinguida como el cinturón de fuego.

Desde el punto de panorama estructural las aceleraciones del suelo duro para los sismos severos son de gran importancia, es por ello que en la norma E-030-2016 se actualizo la aceleración máxima para cada zona que determinó el comité 40 técnico en base a mapas de aceleraciones sísmicas elaboradas por especialistas.

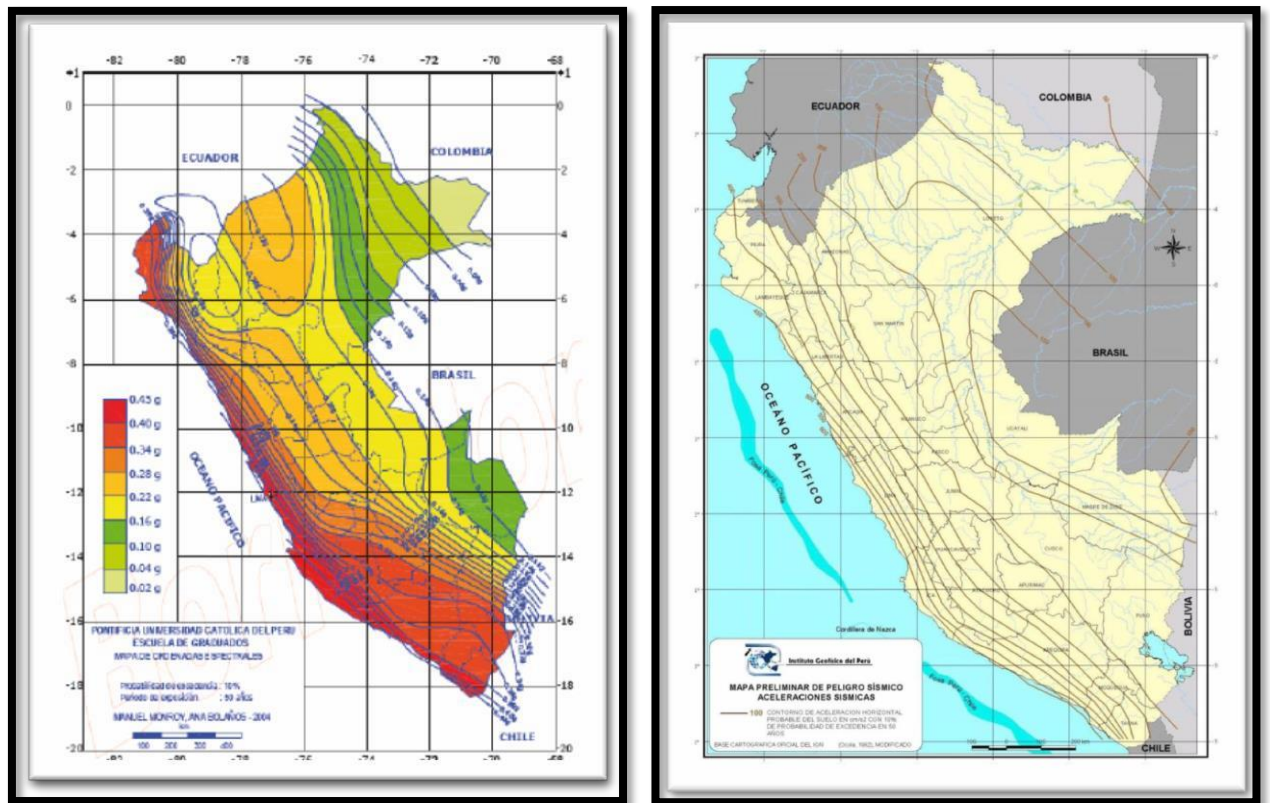


Figura 1. Mapeo de aceleraciones sísmicas del territorio nacional (IGP)

## Zonificación

El espacio nacional se encuentra fraccionado en cuatro zonas, como se excibe en la Figura N° 1.

La zonificación enseña la división del área geográfica en partes heterogéneos conforme a ciertos criterios.

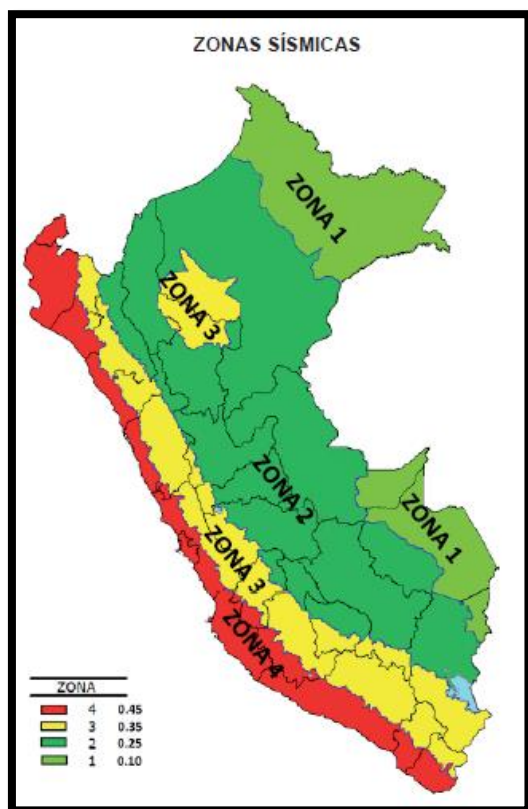


Figura 2. Mapa de zonificación sísmica (reglamento nacional de edificaciones E.030-2016)

Fuente Norma E.030 Figura 1

Tabla 1. Factores de aceleración E.030

FACTORES DE ZONA "Z"	
ZONA	Z
4	0,45
3	0,35
2	0,25
1	0,10

Fuente Norma E.030

## Zonificación sísmica de Chile

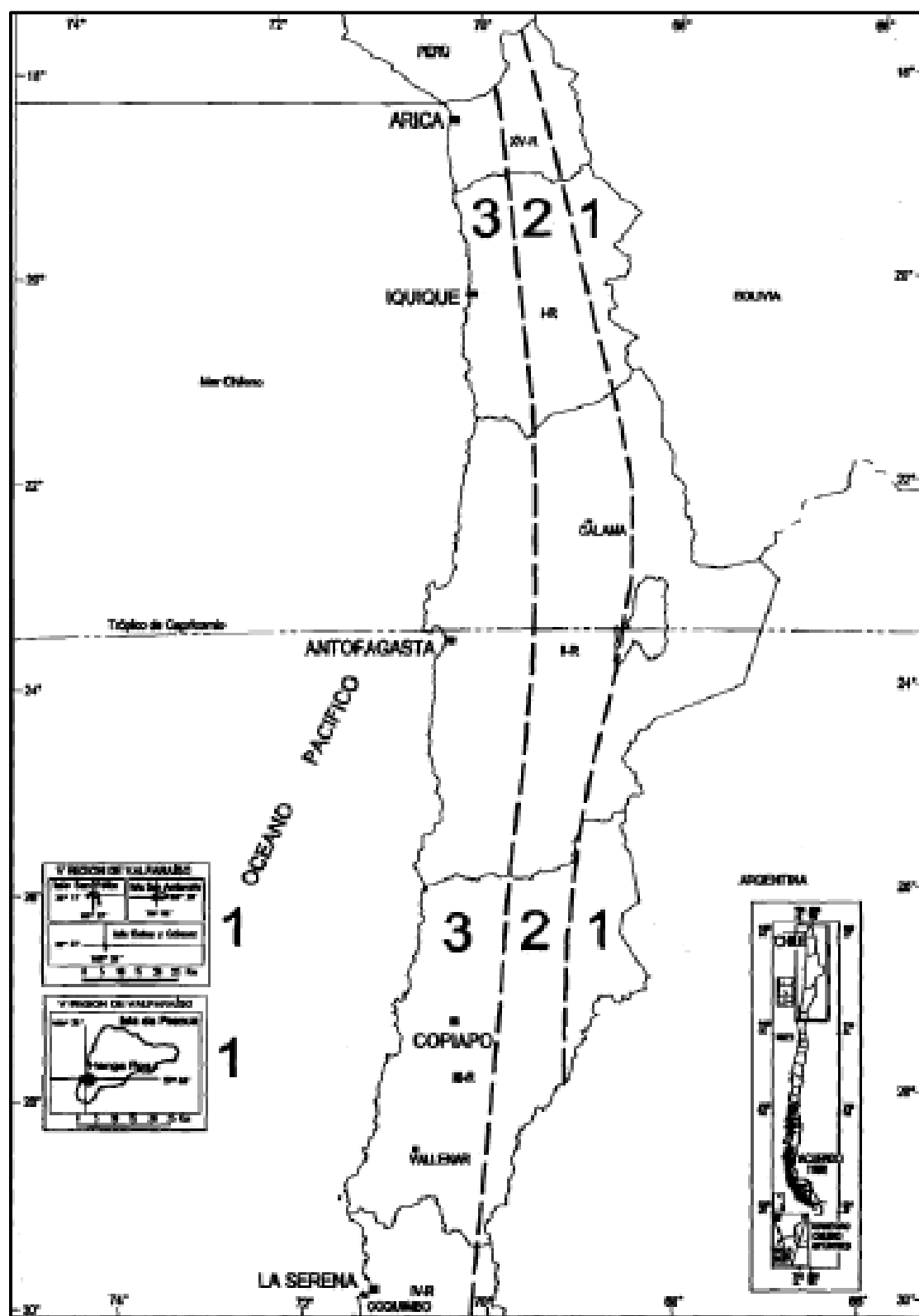


Figura 3. Zonificación sísmica de la región I, II, III y XV

Fuente: Norma NCH 433-2012 figura 4.1 a)

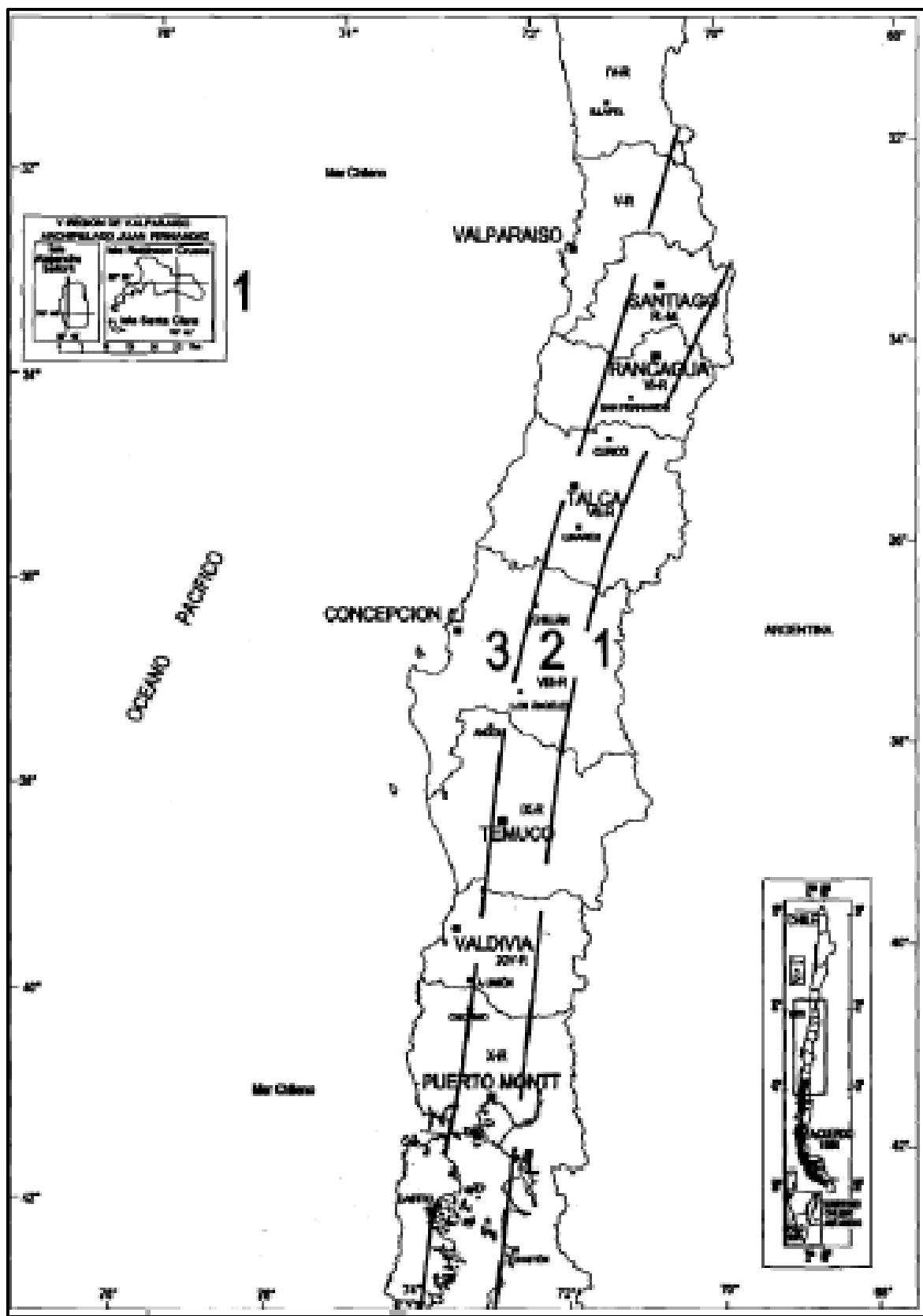


Figura 4. Zonificación sísmica de las regiones IV, V, VI, VII, VIII, IX, XIV Fuente norma Nch 433 figura 4.1 b)



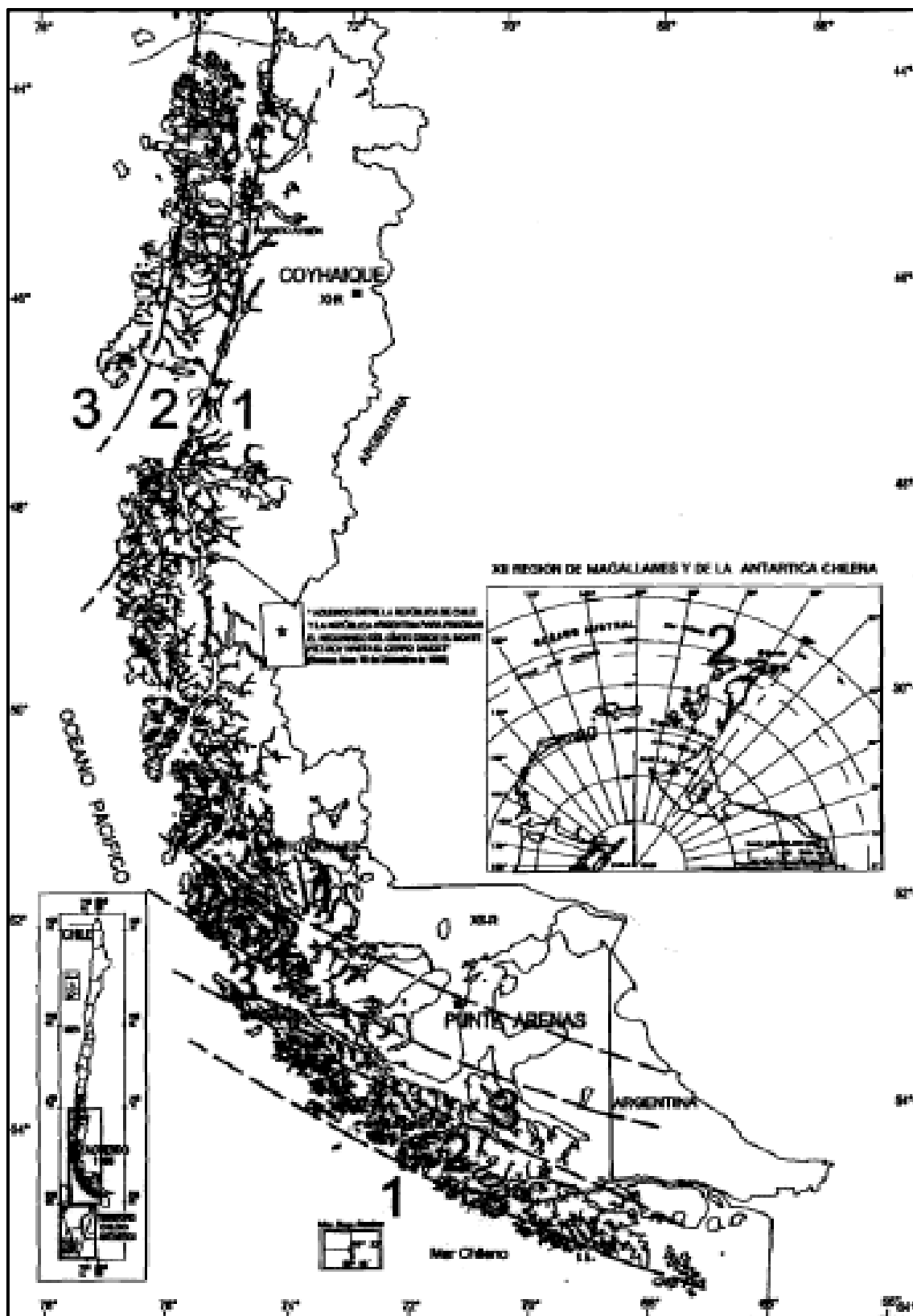


Figura 5. Zonificación sísmica de las regiones XI y XIII.

Fuente: Norma Nch 433 figura 4.1 c)

Tabla 2. Representa diferentes características de perfiles de suelo

Perfil	$\bar{V}_s$	$\bar{N}_{60}$	$\bar{S}_u$
So	>1500 m/s	-	-
S1	500 m/s a 1500 m/s	>50	>100 kPa
S2	180 m/s a 500 m/s	15 a 50	50 kPa a 100 Kpa
S3	<180 m/s	<15	25 kPa a 50kPa
S4	Clasificación basada en el EMS		

Fuente Norma E.030 tabla nro 2

$\bar{V}_s$  : Velocidad de propagación de ondas de corte.

$\bar{N}_{60}$ : Índice de penetración estándar.

$S_u$  : Resistencia al corte en condición no drenada

Tabla 3. Clasificación sísmica del terreno de fundación

<b>Clasificación sísmica del terreno de fundación</b>					
<b>Suelo Tipo</b>	<b><math>V_{s30}</math> (m/s)</b>	<b>RQD</b>	<b><math>q_u</math> (MPa)</b>	<b><math>(N_1)</math> (golpes/pie)</b>	<b><math>S_u</math> (MPa)</b>
<b>A</b> Roca, suelo cementado	$\geq 900$	$\geq 50\%$	$\geq 10$ ( $\varepsilon_{qu} \leq 2\%$ )		
<b>B</b> Roca blanda o fracturada, suelo muy denso o muy firme	$\geq 500$		$\geq 40$ ( $\varepsilon_{qu} \leq 2\%$ )	$\geq 50$	
<b>C</b> Suelo denso o firme	$\geq 350$		$\geq 30$ ( $\varepsilon_{qu} \leq 2\%$ )	$\geq 40$	
<b>D</b> Suelo medianamente denso o firme	$\geq 180$			$\geq 30$	$\geq 0.05$
<b>E</b> Suelo de compacidad, o consistencia mediana	<180			$\geq 20$	<0.05
<b>F</b> Suelos Especiales	*	*	*	*	*

Fuente: Norma NCh433 Tabla 4.2

### 1.3.2. Parámetros de Sitio (S, TP y TL)

La Norma E.030 “Diseño Sismo resistencia” (2016), que el 2.4 Parámetros de Sitio se catalogan los componentes de amplificación del suelo S en función del tipo y de las etapas Tp y TL.

Tabla 4. *Factor de suelo "S"*

FACTOR DE SUELO "S"				
SUELO ZONA	S <sub>0</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>
Z <sub>4</sub>	0,80	1,00	1,05	1,10
Z <sub>3</sub>	0,80	1,00	1,15	1,20
Z <sub>2</sub>	0,80	1,00	1,20	1,40
Z <sub>1</sub>	0,80	1,00	1,60	2,00

Fuente Norma E.030 N° 3.

Tabla 5. *Periodos "Tp" y "Tl"*

PERIODOS "Tp" Y "Tl"				
	Perfil de suelo			
	S <sub>0</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>
TP (S)	0,3	0,4	0,6	1,0
TL (S)	3,0	2,5	2,0	1,6

Fuente Norma E.030 N° 4.

La Norma Chilena Oficial NCh 433.Of1996 que fue modificado (2012), el valor de los parámetros que depende del tipo de suelo que revelan y se enumeran en la sucesiva tabla:

Tabla 6. *Tipo de suelo*

TIPO DE SUELO	S	To(S)	T' (S)	n	p
A	0.90	0.15	0.20	1.00	2.00
B	1.00	0.30	0.35	1.33	1.50
C	1.05	0.40	0.45	1.40	1.60
D	1.20	0.75	0.85	1.80	1.00
E	1.30	1.20	1.35	1.80	1.00
F	*	*	*	*	*

Fuente: Norma Nch 433 N° 6.3

## Condiciones Geotécnicas

### Perfiles de suelo - E.030

Los perfiles de suelo se catalogan tomando en cuenta la velocidad promedio de transmisión de las ondas de corte (Vs), o continuamente, para suelos granulares,

el promedio ponderado de los N60 obtenidos mediante un examen de penetración estándar (SPT), o el promedio contenido de la resistencia al corte en condición no drenada ( $S_u$ ) para suelos cohesivos

Para los suelos eminentemente granulares, se calcula (N60) fundamento sin otra cosa los volúmenes de cada uno de los estratos granulares. Para los suelos eminentemente cohesivos, la resistencia al corte en situación no drenada ( $S_u$ ) se calcula como el promedio ponderado de los valores proporcionados a cada estrato cohesivo

### **Perfil tipo S0: roca dura**

Son rocas sanas con velocidad de divulgación de ondas de corte ( $V_s$ ) mayor que 1500 m/s.

### **Perfil tipo S1: Roca o suelos muy rígidos**

Son rocas con diferentes niveles de fracturación, de sólidos homogéneos y los suelos muy severos con velocidades de transferencia de onda de corte ( $V_s$ ) , entre 500 m/s y 1500

### **Perfil tipo S2: suelos intermedios**

El tipo S2 pertenecen los suelos moderadamente rigurosos, con velocidades de transmisión de onda de corte  $V_s$  , entre 180 m/s y 500 m/s, rodear los casos en los que se cimienta:

- Arena densa, gruesa a media, con valores del SPT entre 15 y 50.

- Suelo cohesivo compacto, con una resistencia al corte en circunstancias no drenada  $S_u$ , entre 50 kPa (0,5 kg/cm<sup>2</sup>) y 100 kPa (1 kg/cm<sup>2</sup>) y con un aumento gradual de las propiedades mecánicas.

### **Perfil Tipo S3: Suelos Blandos**

Este tipo de suelos flexibles con velocidades de transferencia de frecuencia de corte ( $V_s$ ), menor o igual a 180 m/s, incluyéndose los casos en los que se cimienta sobre:

Arena media a fina, o grava arenosa, con valores del SPT N60 menor que 15.

Suelo cohesivo blando, con una firmeza al corte en condición no drenada  $S_u$ , entre 25 kPa (0,25 kg/cm<sup>2</sup>) y 50 kPa (0,5 kg/cm<sup>2</sup>) y con un aumento progresiva de las propiedades

### **Mecánicas con la profundidad.**

### **Perfil Tipo S4: Condiciones Excepcionales**

A este espécimen pertenecen las tierras extraordinariamente flexibles y los sitios donde los escenarios geológicas y/o topográficas son especialmente perjudiciales, en los cuales se solicita verificar un estudio determinado para el sitio.

### **1.3.3. Perfiles de suelo - NCh 433**

En cuanto a la Norma Chilena Oficial NCh 433.Of1996 Modificada (2012), discurren seis tipos de suelos desarrollados en el Artículo 4.2.3 Clasificación sísmica del terreno de fundación, los cuales se hace mención:

#### **Suelo Tipo A**

Debe evidenciar  $V_{s30}$ , más RQD en roca y  $q_u$  en suelo cementado, con un mínimo de 5 cálculos. En casos donde se muestre que todo el perfil de los 15 metros superiores muestra una velocidad de onda de corte superior a 900 m/s, no será necesaria el testimonio de RQD, ni  $q_u$ .

#### **Suelo tipo B**

Se demuestra  $V_{s30}$ , más  $N_1$  en caso de arenas, y  $q_u$  en el tema de suelos finos. En el caso de suelos granulares gruesos, donde no resulta viable el uso del índice de penetración, se deberá proveer una precisa representación estratigráfica del terreno hasta una profundidad de 30 metros, medidos a partir de la superficie natural, indicando el tamaño máximo nominal de partícula cada 5 metros de profundidad.

**Suelo Tipo C:**

De demostrar Vs30, más N1 en caso de arenas, y qu en el caso de suelos finos. En el caso de suelos granulares gruesos, en el cual no hace efecto viable el uso del índice de penetración, se deberá suministrar una representación estratigráfica del terreno hasta una profundidad de 30 metros, medidos desde la superficie natural, mostrando la dimensión máximo nominal de partícula cada 5 metros de profundidad.

**Suelo Tipo D:**

Debe demostrar Vs30, más N1 en caso de arenas, y Su en el caso de suelos finos. En depósitos de suelos arenosos donde se 13 disponga de ediciones del índice de penetración, al menos cada un metro de profundidad en los 30 metros superiores y se cumpla que  $N1 \geq 30$  golpes/pies, se puede catalogar automáticamente el terreno como Suelo Tipo D, sin necesidad de otras mediciones.

**Suelo Tipo E:**

Debe demostrar Vs30, más N1 en caso de arenas y Su en el caso de suelos finos.

**Suelo Tipo F:**

Circulan suelos especiales aquellos que muestran particularidades en su procedimiento mecánico y, por lo tanto, no acceden ser categorizados sísmicamente sólo por Vs 30 .

**Definición de los Perfiles de Suelo**

Geotecnia asociada a la clasificación sísmica de suelos - Norma E.030-2016

Las memorias de este numérico se aplicarán a los 30 m superiores del perfil de suelo, medidos desde el nivel del fondo de cimentación.

### **Velocidad Promedio de las Ondas de Corte, Vs.**

La rapidez promedio de expansión de las ondas de corte constan de la formula mencionada:

$$\bar{V}_s = \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{\sum_{i=1}^n \left( \frac{d_i}{V_{si}} \right)}$$

donde di es el espesor de cada uno de los n estratos y Vsi es la correspondiente velocidad de ondas de corte (m/s).

### **Promedio Ponderado del Ensayo Estándar de Penetración, N60.**

El valor de N60 se deducirá considerando solamente los estratos con suelos granulares en los 30 m superiores del perfil:

$$\bar{N}_{60} = \frac{\sum_{i=1}^m d_i}{\sum_{i=1}^m \left( \frac{d_i}{N_{60i}} \right)}$$

Donde di es el espesor de cada uno de los m estratos con suelo granular y N60 es el correspondiente valor corregido del SPT.

### **Promedio Ponderado de la Resistencia al Corte en Condición no Drenada, Su.**

El valor de Su se consumará considerando directamente los estratos con suelos cohesivos en los 30 m superiores del perfil:

$$\bar{s}_u = \frac{\sum_{i=1}^k d_i}{\sum_{i=1}^k \left( \frac{d_i}{s_{ui}} \right)}$$

Donde  $d_i$  es el espesor de cada uno de los  $k$  estratos con suelo cohesivo y  $S_u$  es la correspondiente entereza al corte en circunstancia no drenada (kPa).

### **Geotecnia asociada a la clasificación sísmica de suelos – Nch 433 -2012**

La clasificación sísmica de suelos depende máximamente de la velocidad de las ondas de corte de promedio de los 30 metros superiores del terreno  $V_{s30}$  definida por:

$$V_{s30} = \frac{\sum_{i=1}^n h_i}{\sum_{i=1}^n \frac{h_i}{V_{s-i}}}$$

$V_{s-i}$ : Velocidad de ondas de corte del estrato  $i$ , en m/s

$h_i$ : espesor del estrato  $i$ , en metros

$n$ : número de estratos en los 30 metros superiores del terreno.

### **Factor de Amplificación Sísmica (C) – E.030.**

Para la Norma Técnica de Edificaciones Peruana el Coeficiente de Amplificación Sísmica (C) establecido en el Artículo 2.5, se precisa de acuerdo a las particularidades de sitio, se precisa el factor de amplificación sísmica (C): expresiones:



$$T < T_p \quad C = 2,5$$

$$T_p < T < T_L \quad C = 2,5 \cdot \left( \frac{T_p}{T} \right)$$

$$T > T_L \quad C = 2,5 \cdot \left( \frac{T_p \cdot T_L}{T^2} \right)$$

### Regularidad de las edificaciones

Wakabayashi, Martinez (1990) sustenta que la configuración del edificio debe tener claridad porque es deseable una configuración sencilla, compactidad y una gran rigidez torsional donde el centro de rigidez del edificio debe coincidir con el centro de masa (p.244).

San Bartolomé, Quiun.Silva,(2014) recomiendan que deben seleccionar formas simples de bloques rectangulares debiendo impedir formas irregulares de esquinas entrantes como T, L, U, H a menos que se aparten con juntas sísmicas, de no ser así las esquinas de la losa podrían agrietarse debido al cambio brusco de sus propiedades resistentes. La norma E-030-2016 asigna un factor de 0.90 a la irregularidad de esquinas entrantes para subirle la resistencia el diseño de edificaciones.

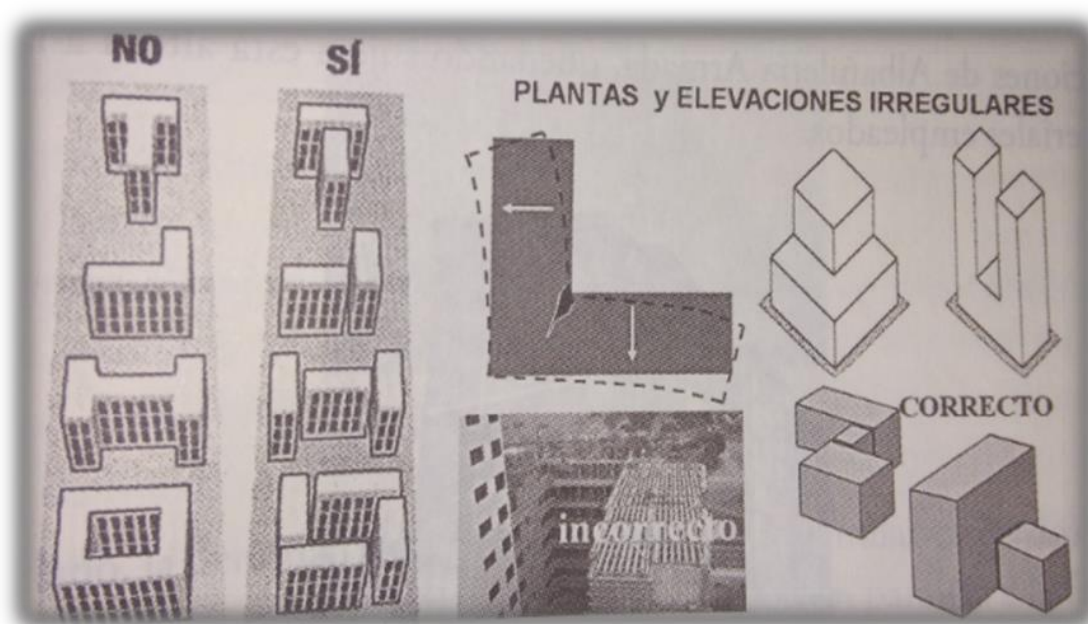


Figura 6. Formas de edificio con planta y elevaciones indeseables y deseable (San Bartolomé, Quiun Silva 2014)

Con respecto a la regularidad del edificio, éste se relacionaría con la simetría, cuanto más simétrico las concentraciones de esfuerzos y torsión disminuirán, pero también la regularidad por simetría puede ser afectado con efectos de torsión debido a la distribución excéntrica de rigideces y masas es por ello que desde el inicio el punto de perspectiva estructural a las edificaciones se les designa como regular o irregular.

Estructuras regulares: son armaduras que no tienen interrupciones físicas en planta y elevación en su distribución resistente a fuerzas laterales.

En el año 1990, Antonio Blanco indicó que el “DISEÑO SISMO- RESISTENTE ES ÚNICO YA QUE LA FUERZA DE INERCIA QUE PROVOCAN LOS SISMOS SON MAYORES A LA CARGA MÁS RÍGIDA QUE DEBE RESISTIR LA ESTRUCTURA DURANTE SU VIDA ÚTIL, ES POR ELLO EL DISEÑO DEBE ESTAR ORIENTADO A EVITAR UNA FALLA FRÁGIL BUSCANDO LOGRAR EL COMPORTAMIENTO ELÁSTICO DEL EDIFICIO PARA LOS SISMOS LEVES QUE TIENDEN A SER FRECUENTES Y EL COMPORTAMIENTO INELÁSTICO DE LA EDIFICACIÓN PARA LOS SISMOS SEVEROS QUE TIENEN UNA PEQUEÑA PROBABILIDAD DE QUE OCURRAN” (p. 2).

En relación con los elementos de la norma de diseño sismo- resistente se admite que las estructuras asumirán incursiones inelásticas frente a demandas sísmicas rígidas. El estudio conseguirá desplegar utilizando las reacciones sísmicas mínimas con un modelado de procedimiento elástico para la estructura.

En el año 2014, Ángel San Bartolomé sostuvo que, ” SI SE APLICAN FORMAS RAZONABLES DE VALORAR EL MODELO ESTRUCTURAL Y OBSERVÓ EL RESULTADO DEL DESARROLLO CONSTRUCTIVO, EL USO DE CUALQUIER

TÉCNICA DE SOLUCIÓN DEL ESTUDIO ES VÁLIDO PARA DETERMINAR LOS DESPLAZAMIENTOS LATERALES DE LA EDIFICACIÓN, ASÍ COMO LAS FUERZAS INTERNAS EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES “ (p. 221) Para la norma E.030 en la guía de análisis se deben considerar una repartición de masas y rigideces que sean apropiadas para el modelamiento estructural. Para el proyecto se realizarán los análisis sísmicos mediante el uso de software ETABS siendo una ventaja para idealizar cualquier estructura y determinar sus respuestas ante un movimiento del terreno prescrito.

En el año 1990, según Minoru Wabayashi, Eduardo Martínez Romero, “ INDICÓ QUE BAJO UN PUNTO DE VISTA DE INGENIERÍA MIENTRAS MÁS MINUCIOSO SEA EL ANÁLISIS DE LA ACTUACIÓN DE LAS ESTRUCTURAS BAJO LAS FUERZAS SÍSMICAS, EL DISEÑO SERÁ MÁS SEGURO, CONFIABLE Y ECONÓMICO, PERO SE DEBE REALIZAR UN ANÁLISIS APROPIADO DE ACUERDO A LAS CARACTERÍSTICAS RELEVANTES DE LA ESTRUCTURA “ (p.219). El análisis se debe de realizar en concordancia con la importancia, zona, configuración estructural del edificio y para ello los métodos de análisis sismo resistentes para las edificaciones son el método de análisis estático cuyo análisis se da con la fuerza lateral equivalente y el método de análisis dinámico, se encuentra en la norma E.030-2016.

En el año 2011 Juan León en su investigación “INTERACCIÓN ESTÁTICA SUELO ESTRUCTURA ANÁLISIS CON EL MÉTODO DE ELEMENTOS FINITOS” para escoger el grado de Magister en Ingeniería Civil, ante la Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca, Ecuador, buscó conocer la solución de un análisis con interacción estática suelo estructura sobre rocas simples y propuso que otros estudios puedan procesar el mismo análisis para varios tipos de suelos, en regímenes especiales. Así mismo indicó que los

esquemas habituales ya contienen este contexto en las edificaciones experimentadas, utilizando principios básicos empleados en la interacción suelo estructura.

#### **1.4. Formulación del problema**

Sobre la base de realidad problemática presentada se planteó los siguientes problemas de investigación:

##### **1.4.1. Problema general**

¿Cuáles son las diferencias en el diseño sísmico con las norma peruana E.030 - 2016 y la norma chilena NCH 433 - 2012 en edificio de 10 pisos?

##### **1.4.2. Problemas específicos**

¿Cuáles son las diferencias en los parámetros de diseño sísmico con la norma peruana E.030 - 2016 y la norma chilena NCH 433 - 2012 en edificio de 10 pisos?

¿Cuáles son las diferencias en el sistema estructural en el diseño sísmico con la norma peruana E.030 - 2016 y la norma chilena NCH 433 - 2012 en edificio de 10 pisos?

¿Cuáles son las diferencias en el predimensionamiento en el diseño sísmico con la norma peruana E.030 - 2016 y la norma chilena NCH 433 - 2012 en edificio de 10 pisos?

#### **1.5. Justificación del estudio**

##### **1.5.1 Justificación teórica**

La presente investigación tiene como propósito analizar un método de investigación para el desarrollo de análisis y diseño de construcciones según la normativa sísmica peruana de diseño sísmico y la norma sísmica chilena lo que nos permitirá conocer el comportamiento de la edificación en eventos sísmicos.

Esto permitirá que otros ingenieros estructurales y proyectistas tomen las conclusiones aquí encontradas para estudiar que análisis sísmico es más conveniente para sus proyectos.

#### **1.5.2. Justificación metodológica**

Las herramientas utilizadas permitirán facilitar el desarrollo del estudio con la recolección de información y la comparación de la norma sísmica peruana y normas sísmica chilena en el diseño sísmico.

#### **1.5.3. Justificación tecnológica**

El presente proyecto de investigación analizará los elementos de diseño, contrastándolos con las variaciones de los nuevos requerimientos de diseño en la rectificación de la norma sísmica peruana y la norma sísmica chilena.

#### **1.5.4. Justificación económica**

Los costos de diseñar un modelo estructural de un edificio que incluya un análisis sísmico es una parte del costo total del proyecto.

Además, mientras más minucioso se haya realizado el análisis de todos los elementos de la estructura, es más seguro y económico. considerando un valor por m<sup>2</sup>. En síntesis, se puede determinar que el costo de realizar un modelo de edificación en Perú dependerá de lo complejo de la construcción y el grado de detalle o información a proporcionar.

### **1.6. Objetivos**

#### **1.6.1. Objetivo general**

Determinar las diferencias del diseño sísmico con la norma peruana E.030 - 2016 y la norma chilena NCH 433 - 2012 en edificio de 10 pisos.

### **1.6.2. Objetivos específicos**

Determinar y analizar los parametros de diseño sismico con la norma peruana E.030 - 2016 y la norma chilena NCH 433 - 2012 en edificio de 10 pisos.

Determinar y analizar el sistema estructural en el diseño sismico con la norma peruana E.030 - 2016 y la norma chilena NCH 433 - 2012 en edificio de 10 pisos.

Determinar y analizar el predimensionamiento en el diseño sismico con la norma peruana E.030 - 2016 y la norma chilena NCH 433 - 2012 en edificio de 10 pisos.

## **II. MÉTODO**

### **2.1. Diseño de la investigación**

Roberto Hernández Sampieri (2014) El presente estudio de investigación es del tipo descriptivo que conlleva examinar y detallar el comportamiento del objeto sin infuir sobre el de ninguna forma.

El presente estudio de investigación descriptivo busca determinar propiedades y características importantes de cualquier objeto que se estudie.

Se identificaron los parametros de las dos normativas de diseño sismico utilizada para realizar el comparativo de los resultados de la estructura de concreto armado,con sistema dual.

### **2.2. Variables, Operacionalización**

Variable 1: diseño sismico con la norma NTP 0.30-2016.

Variable 2: diseño sismico con la norma NCH 433-2012

### 2.2.1 Matriz de operacionalización de las variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	DEFINICIÓN OPERACIONALIDAD	INDICADORES	ESCALADE MEDICION
Variable 1  diseño sísmico con la norma NTP 0.30-2016	Malaga (2015)  El espectro de diseño sísmico de la normativ del peru es más general, ya que aplicada a aproximadamente 1/3 del territorio debe cumplir con ella.	Parametros de diseño	La filosofía del diseño Sismorresistente. a-Evitar pérdida de vidas humanas.-asegurar la continuidad delos servicios básicos.b- minimizar los daños a la propiedad. C-la estructura no debería colapsar ni causar daños graves a las personas, aunque podría presentar daños importantes debido a movimientos sísmicos calificados como severos	Zona sísmica	Razón
				Factor de uso	
				Cortante basal	
		Sistema estructural		Desplazamiento lateral	
				Secciones de columna	
		Predimensionamiento		Secciones de viga	
				Secciones de losa	
				Secciones de placas	
Variable 2  diseño sísmico con la norma NCH 433-2012	Alfaro (2017).Concluyendo que ambas normas utilizan parametros similares y la norma chilena utiliza dos factores de modificación de respuesta dependiendo si se realiza un análisis estático o un análisis modal espectral.	Parametros de diseño	Principios e hipótesis básicos a- soportar sin deterioro movimientos sísmicos de intensidad moderada. b-restringir los daños en elementos no estructurales durante sismos de mediana intensidad. c- aunque presenten daños, eludir el colapso durante sismos de magnitud excepcionalmente severa. Norma Nch433-2012	Zona sísmica	Razón
				Factor de uso	
				Cortante basal	
		Sistema estructural		Desplazamiento	
				Secciones de columna	
		Predimensionamiento		Secciones de viga	
				Secciones de losa	
				Secciones de placa	

### 2.2.2. Matriz de Consistencia

PROBLEMAS	OBJETIVOS
<b>GENERAL</b>	<b>GENERAL</b>
¿Cuáles son las diferencias en el diseño sísmico con la norma peruana E.030 - 2016 y la norma chilena NCH 433 - 2012 en edificio de 10 pisos?	Determinar las diferencias del diseño sísmico con la norma peruana E.030 - 2016 y la norma chilena NCH 433 - 2012 en edificio de 10 pisos.
<b>ESPECÍFICOS</b>	<b>ESPECÍFICOS</b>
¿Cuáles son las diferencias en los parametros de diseño sísmico con la norma peruana E.030 - 2016 y la norma chilena NCH 433 - 2012 en edificio de 10 pisos?	Determinar y analizar los parametros de diseño sísmico con la norma peruana E.030 - 2016 y la norma chilena NCH 433 - 2012 en edificio de 10 pisos?
¿Cuáles son las diferencias en el sistema estructural en el diseño sísmico con la norma peruana E.030 - 2016 y la norma chilena NCH 433 - 2012 en edificio de 10 pisos?	determinar y analizar el sistema estructural en el diseño sísmico con la norma peruana E.030 - 2016 y la norma chilena NCH 433 - 2012 en edificio de 10 pisos
¿Cuáles son las diferencias en el predimensionamiento en el diseño sísmico con la norma peruana E.030 - 2016 y chilena NCH 433 - 2012 en edificio de 10 pisos?	Determinar y analizar el predimensionamiento en el diseño sísmico con la norma peruana E.030 - 2016 y chilena NCH 433 - 2012 en edificio de 10 pisos



## **2.3. Población y muestra**

### **2.3.1. Población**

Para su estudio será el diseño estructural del edificio ubicado en el distrito de Miraflores.

### **2.3.2. Muestra**

Todo estudio de análisis debe ser claro, así como estar sostenido a juicio y manifestación, y este ejercicio solamente es posible si el investigador delimita con claridad la población estudiada y hace explícito el desarrollo de selección de su muestra. (Hernández Sampieri, y otros, 2014 pág. 175)

El tipo de muestra es no aleatoria o dirigida que para efectos de la presente investigación se trata del edificio que está ubicado en el distrito de Miraflores, provincia y departamento de Lima el mismo que se eligió por conveniencia al presente estudio.

## **2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad**

A fin de analizar el estudio se empleará la técnica del estudio y análisis documental con el uso de los planos, normas de diseño sísmo-resistente, textos, libros, tesis nacionales e internacionales, artículos de internet, tesis. la cual nos permitirá obtener datos directamente de los modelados estructurales que se realizarán con el uso del software en el diseño sísmico de las edificaciones.

### **2.4.1. Instrumentos de recolección de datos**

Hacia nuestro estudio se emplearán programas informáticos:

ETABS 2016

EXCEL

AUTOCAD 2018

## **2.4.2 Fuentes de recolección de datos**

Planos de arquitectura

Pre dimensionamiento de los elementos estructurales de la edificación.

R.N.E. Norma E-030 (2003)

R.N.E. Norma E-030 (2016)

R.N.E. Norma E-060 (2009)

Tesis nacionales e internaciones, textos, artículos de internet, etc.

## **2.4.2. Procesamiento de datos**

Para resolver los problemas de cálculo, modelado, diseño sísmico se utilizará hará el uso de modelos matemáticos usando el programa ETABS 2016.

## **2.5. Métodos de análisis de datos**

La referencia que se obtendrán serán interpretados según las metas de nuestra investigación. se emplearan programas informáticos:

Etabs versión 2016, AutoCAD 2018, Excel 2016

## **2.6. Aspectos éticos**

Se debe explicar sobre la culminación de aspectos éticos de la investigación considerando:

De conformidad con el artículo 14 del Código de Ética de la Investigación de la UCV, aprobado con la resolución de Consejo Universitario N° 0126-2017/UCV del 23 de mayo de 2017, si se desea hacer una investigación mencionando el nombre de la entidad en la que fue desarrollada, se debe tener la aprobación del representante legal de la entidad. Esto aplica para todo tipo de documento de investigación: tesis, artículo, proyecto de investigación docente, etc., sobre todo si pensamos en su publicación.

### III. RESULTADOS

#### 3.1. Información General

##### 3.1.1. Caso de Investigación

El actual estudio evalúa una edificación de 10 pisos con uso oficinas, de categoría “C” común, de característica regular de acuerdo al plano en planta de arquitectura, sin presencia problemas de irregularidad en altura, este edificio será estudiado por la norma peruana y chilena y así contrastar las hipótesis, problemas y objetivos planteados para esta investigación.

##### 3.1.1.1. Edificio de 10 Pisos

El edificio a estudiar tiene 10 pisos con uso oficinas, con alturas de entrepiso de 3.60 m, para lo cual la configuración estructural es dual, según la normas peruana y chilena será de placas, columnas y losas de acuerdo a las exigencias y restricciones que indica la norma.

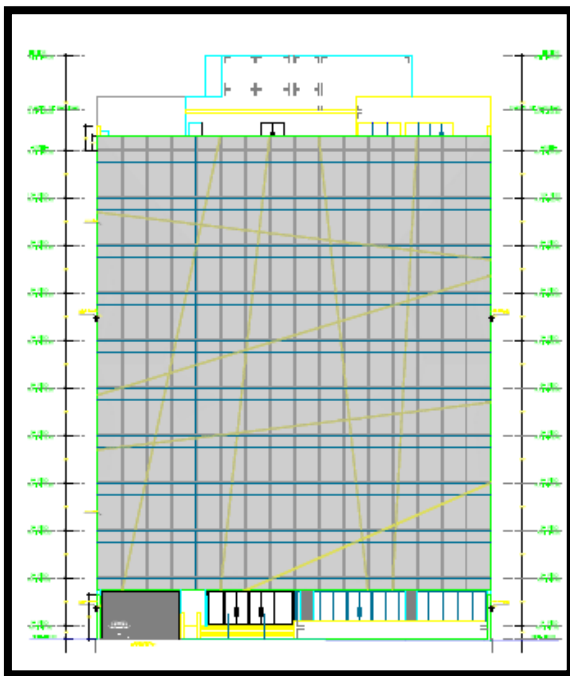


Figura 7. Elevación de la edificación.

Fuente propia

## Ubicación

La edificación esta ubicada en el distrito de Miraflores, Provincia y Departamento de Lima.

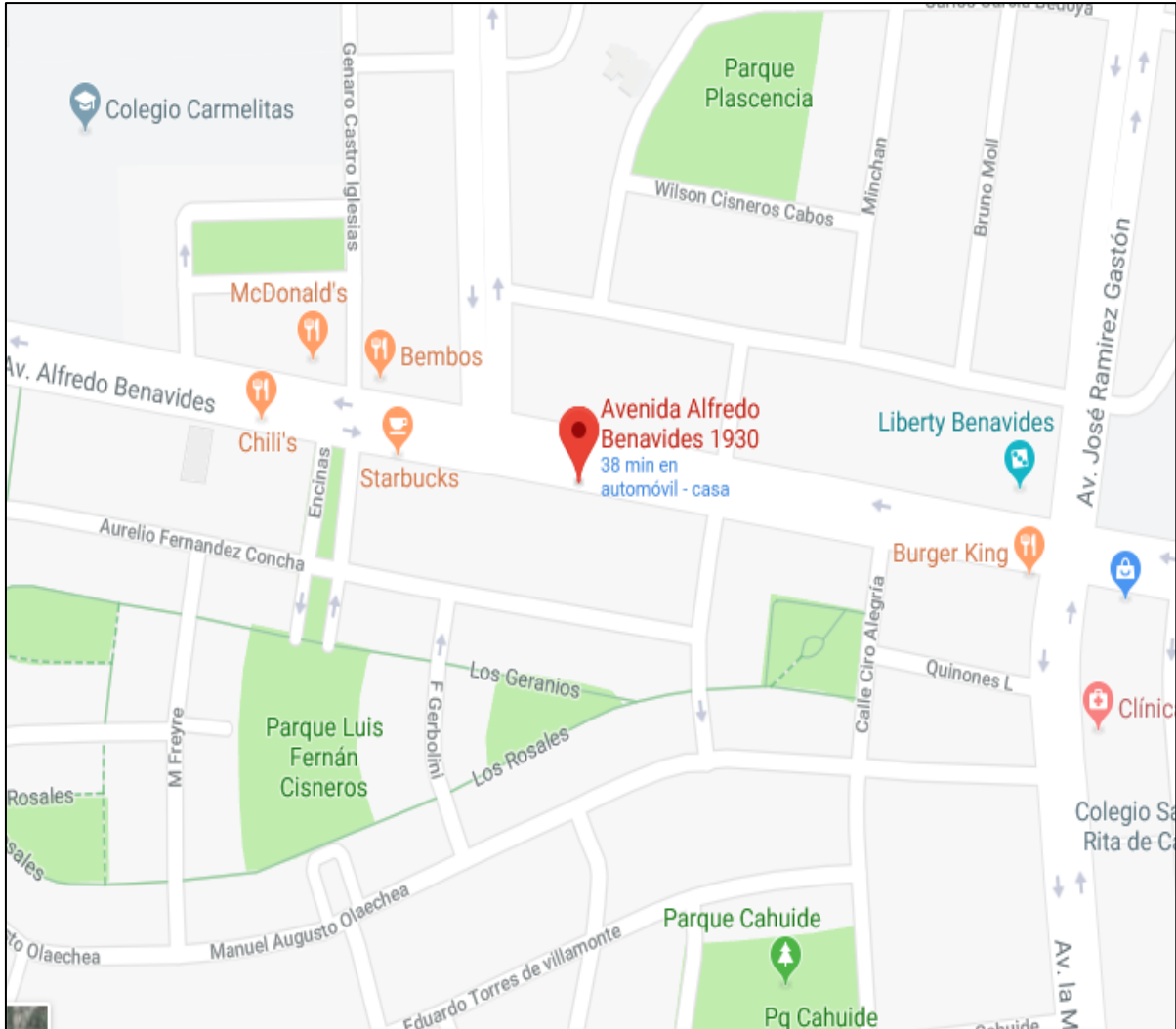


Figura 8. Ubicación del edificio a partir de una imagen satelital.

Fuente: internet

### 3.1.1.3. Terreno

La compresión admisible del terreno de fundación según el análisis de mecánica de suelos es de 7.50kg/cm<sup>2</sup> para una profundidad de 3m, siendo un suelo tipo S1.

### 3.2. Altura del Edificio

La edificación contempla 10 pisos y la altura libre de entrepiso es de 3.60 metros.

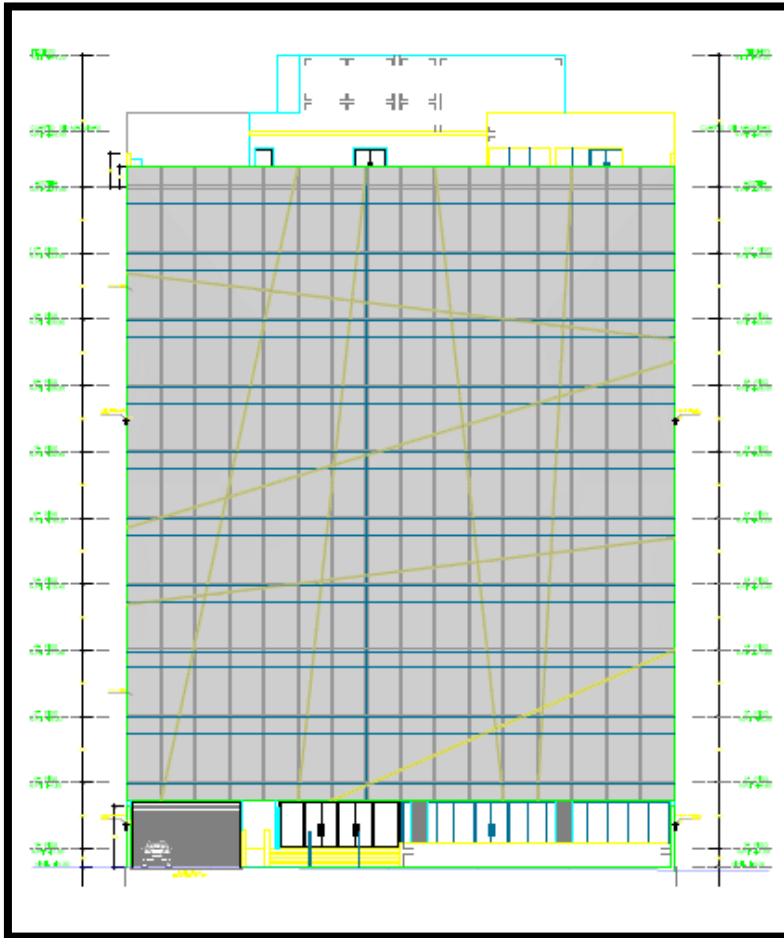


Figura 9. Altura de la edificación 36.00 m.

Fuente: propia

### 3.2.1. Área de la Edificio

El proyecto se desarrolló en un área de terreno de 1050.50 m<sup>2</sup> y área libre de 156.70 m<sup>2</sup>.

En la estructuración del edificio se considerara  $F_c=210 \text{ kg/cm}^2$ ,  $F_c=280 \text{ kg/cm}^2$  para el concreto  $F_y=4200 \text{ kg/cm}^2$  para el acero el espesor de la losa aligerada y losa maciza para cada nivel es de 0.20m.

### 3.2.2. Cargas Unitarias (Según la Norma e-0.20)

Peso volumétrico del concreto : 2,40 Tn/m<sup>3</sup>

Acabados : 0,10 Tn/m<sup>2</sup>

Tabiquería móvil : 0,10 Tn/m<sup>2</sup>

Oficinas : 0,25 Tn/m<sup>2</sup>

### 3.2.3. Modelo Estructural

El modelo estructural está de acuerdo a los lineamientos de la norma E.030-2016 para lo cual se usó el software ETABS 2016.

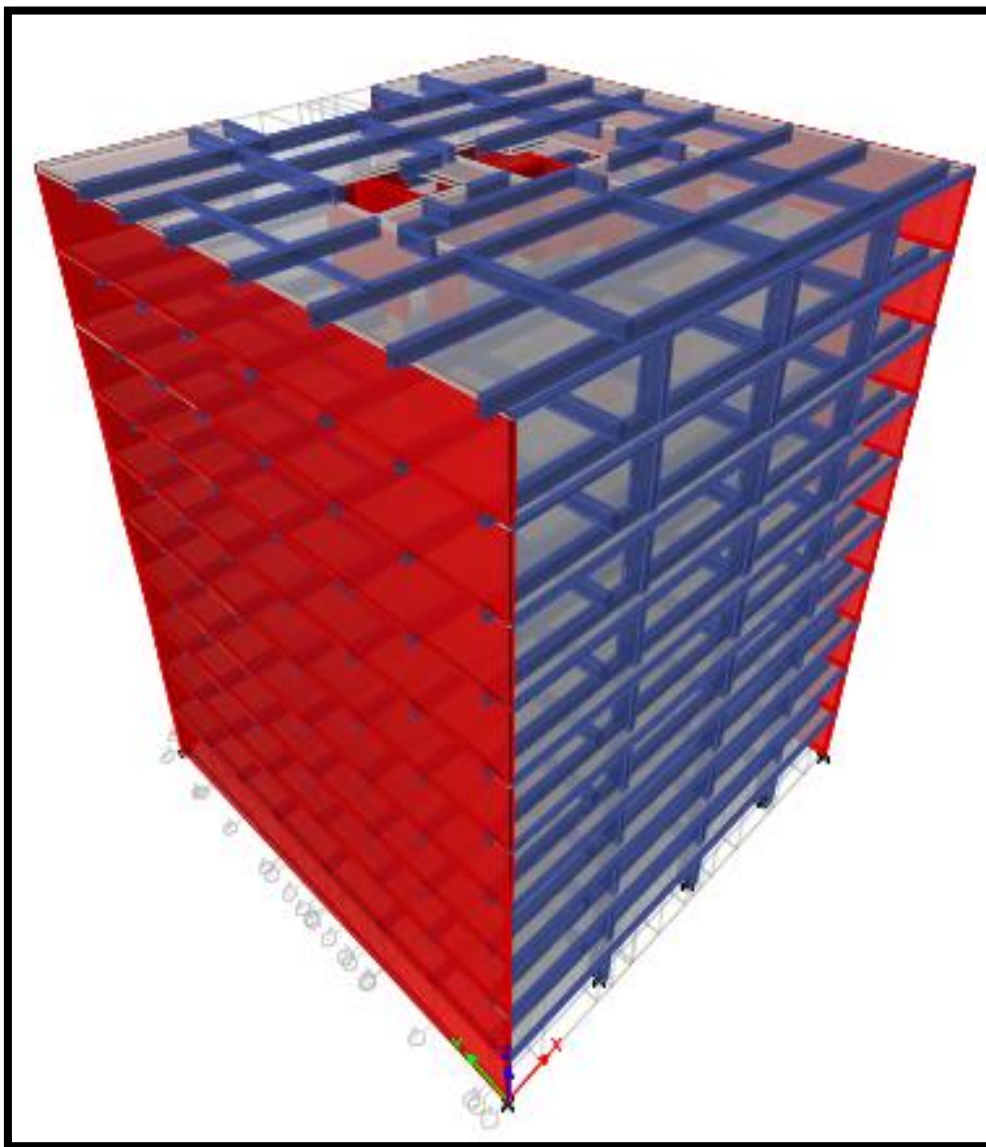


Figura 10. Modelamiento estructural de la edificación

Fuente propia

Para lo exigido y cumplir con la norma para no tener torsión extrema y desplazamientos que no sobrepasen los desplazamientos máximos que establece la norma.

La distribución de placas y columnas.

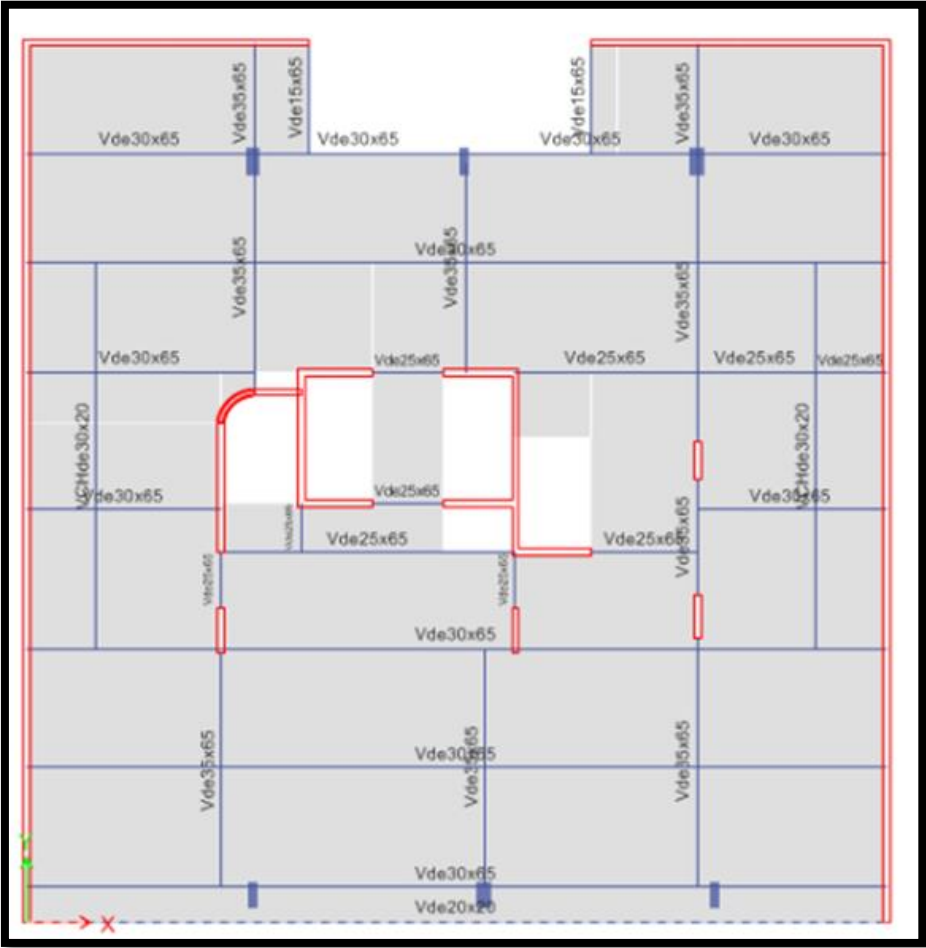


Figura 11. Estructuración de la edificación.

Fuente propia

Dónde:

CUADRO DE COLUMNAS

DESCRIPCION	C-01	C-02	C-02A	C-03
Del piso 1 al piso 3 F'c=280Kg/cm2	0.35x0.95	0.50x0.95	0.35x0.95	0.50x0.95
Del piso 4 al piso 10 F'c=210Kg/cm2	0.35x0.95	0.50x0.95	0.35x0.95	0.50x0.95

#### **3.2.4. Estimación del peso de la edificación**

De conformidad con la norma E.030-2016 sismo resistente se tomó el 100 % de la carga muerta y el 25% de la carga viva, porque la edificación de categoría C, el peso fue evaluado con el programa ETABS 2016.

### **3.3. Análisis Estructural de la Edificación con las Norma E.030-2016 y Norma Nch 433-2012**

Para el análisis estructural se analizó el análisis estático, luego con el análisis dinámico y finalmente con el análisis tiempo historia. El orden que llevará a cabo corresponderá a las características de la estructura que se pretenden determinar, para su respectivo estudio.

#### **3.3.1. Análisis Estático**

El análisis estático según la norma peruana E.030-2016. Este método representa los requerimientos sísmicos mediante un conjunto de fuerzas actuando en el centro de masas de cada nivel de la estructura.

##### **3.3.1.1. Parámetros sísmicos de la edificación**

El distritito de Miraflores esta localizado según la norma E-030-2016 en la zona 4, para lo cual la norma establece un factor de zona  $Z = 0.45$ .

La edificación a analizar corresponde a las edificaciones comunes porque es una edificación de oficinas para lo cual el factor de uso  $U = 1.0$ .

El factor de amplificación sísmica depende del periodo “T” del edificio en la dirección X y en la dirección Y, así como también de los valores “Tp” (periodo que define la plataforma del factor “C”) cuyo valor viene a ser 0.6 Y “TL” (periodo que define el inicio del factor C) cuyo valor viene a ser 2.5. El factor “C” será determinado según la siguiente expresión:



$$T < T_p \quad C = 2.5$$

$$T_p < T < T_l \quad C = 2.5 \left( \frac{T_p}{T} \right)$$

$$T < T_l \quad C = 2.5 \left( \frac{T_p + T_l}{T^2} \right)$$

Es por ello que según el análisis sísmico modal que se realizó se obtuvieron los siguientes periodos:

Tabla 7. *Periodos dinámicos Norma E.030-2016*

Periodos	segundos
T x-x	0.770 s
T y-y	0.275 s

Nota: Periodos obtenidos del análisis dinámico para el sismo en X-X e Y-Y. Fuente propia

Tabla 8. *Periodos dinámicos Norma E.030-2003*

Periodos	segundos
T x-x	0.770 s
T y-y	0.275 s

Nota: Periodos obtenidos del análisis dinámico para el sismo en X-X e Y-Y. Fuente propia

Resumiendo:

$$Z = 0.45$$

$$U = 1.0$$

$$S = 1.0$$

$$C = 2.5$$

$$R = 7$$

### 3.3.1.2. Fuerza cortante en la base

Conforme la normativa E.030-2016 la fuerza cortante en la base será usado para la dirección X-X. Estará determinada por la siguiente expresión:

$$V = \frac{ZUCS}{R} \times P$$

Con los datos dados el valor  $C/R \geq 0$ .

$C/R = 0.357 \geq 0.125$  cumple con el requisito.

$$V = \frac{ZUCS}{R} \times P$$

### 3.3.2. Análisis dinámico

conforme la norma E.030-2016 facilita poder ser usado en cualquier sistema estructural y zona. Este análisis se realiza para poder estudiar la cortante de las placas y las columnas ubicadas en el primer nivel para comparar con la cortante determinada en el análisis estático, verificar la regularidad torsional, las derivas de entrepiso.

Para el análisis dinámico se empleará el espectro de aceleraciones como indica según norma E.030-2016. Que se elaborara a partir de la siguiente expresión.

$$Sa = \frac{ZUCS}{R} \times g$$

Tabla 9. *Parámetros sísmicos*

Parámetros sísmicos para la dirección X-X

Z	0.45
U	1
S	1
R x-x	7

Parámetros sísmicos para la dirección Y-Y

Z	0.45
U	1
S	1
R y-y	7

Nota: Parámetros sísmicos de la edificación con lo indicado en la norma E.030-2016 y E.030-2003.  
Fuente propia

Tabla 10. *Parámetros sísmicos con la Norma E.030-2003*

Parámetros sísmicos para la dirección X-X

Z	0.40
U	1
S	1
R x-x	7

Parámetros sísmicos para la dirección Y-Y

Z	0.40
U	1
S	1
R y-y	7

Nota: Parámetros sísmicos de la edificación con lo indicado en la norma E.030-2016 y E.030-2003.Fuente propia

El factor de escala multiplicado por los valores “C” y “S” da como resultado el valor de la aceleración espectral “Sa”. El espectro será de la forma “T” vs “CS” que será graficado a partir de la siguiente expresión:

$$T < T_p \quad C = 2.5$$

$$T_p < T < T_l \quad C = 2.5 \left( \frac{T_p}{T} \right)$$

$$T < T_l \quad C = 2.5 \left( \frac{T_p + T_l}{T^2} \right)$$

los valores obtenidos de “C” serán multiplicados por “S”

### 3.3.3. Comparación de Cuadros de Lugar

ESPECTRO SISMICO NORMA E.030-2016

Datos de lugar

Tabla 11. *Datos de lugar*

Z =	0.45	Zona 4
U =	1	Edificación común
S =	1	Suelo S1
C =	1.666666667	Para T>Tp
	Hn =	36
	Ct =	60
	T = hn/Ct =	0.60
	Tp =	0.40
	TL	2.50
	T de Etabs =	0.769
	K =	1.135
R=	7	Dual

Fuente: Propia

## ANALISIS SISMICO según NCH 433-2012

Tabla 12. *Analisis sismico*

DATOS DE LUGAR		
$A_o =$	0.40	Zona 3
$I =$	1.00	Categoria II
$S =$	1.00	Suelo B
	$T_o$	0.30
	$T'$	0.35
	$n$	1.33
	$p$	1.50
$C =$ Coeficiente sísmico uso en Analisis Estático		
	$C =$	0.059329
	Consideraciones:	
	$C \geq A_o S / 6g =$	0.0667
	$C_{max} = 0.35 * (S A_o / g)$ Si $R=7$	0.1400

Fuente : propia

Como podemos apreciar en los cuadros referidos a Datos de Lugar, la norma chilena divide su territorio en 3 zonas sísmicas, considerando la zona 3 que está en la costa la zona de mayor vulnerabilidad por lo tanto le asigna un factor de 0.40g que es un factor afectado por la gravedad que luego es simplificado cuando se despeja las demás formulas

### COMPARACIÓN

### Del coeficiente sísmico estático

La norma NCH433 establece que el Coeficiente Sísmico (C) depende del tipo de suelo donde se va realizar el estudio, estableciendo parámetros mínimos y máximos a considerar.

Tabla 13. *Factor de suelo*

Factor de Suelo	S	Suelo	S	To (s)	T' (s)	n	p
		A	0.9	0.15	0.2	1	2
		B	1	0.3	0.35	1.33	1.5
		C	1.05	0.4	0.45	1.4	1.6
		D	1.2	0.75	0.85	1.8	1
		E	1.3	1.2	1.35	1.8	1

Fuente : propia

Tabla 14. *Coficiente sísmico*

Coficiente Sísmico	$C = \frac{2.75SA_0}{gR} \left( \frac{T'}{T^*} \right)^n$	$C \geq \frac{A_0 S}{6g}$
		$C_{max} = 0.35 \frac{SA_0}{g}$ Si R=7 (Concreto)

Fuente : propia

Mientras en la norma peruana, el factor de amplificación sísmica (C) está en función al periodo fundamental de vibración (T) del suelo del lugar de estudio y se se obtiene por las siguientes expresiones:

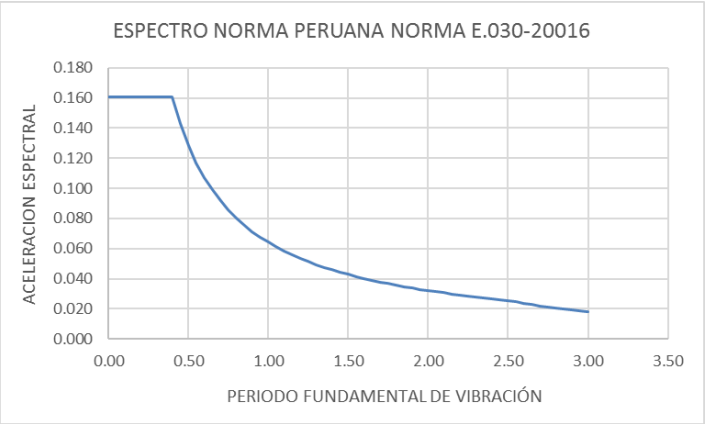
Tabla 15. *Periodo fundamental de vibración*

$T < T_p \quad C = 2,5$ $T_p < T < T_L \quad C = 2,5 \cdot \left( \frac{T_p}{T} \right)$ $T > T_L \quad C = 2,5 \cdot \left( \frac{T_p \cdot T_L}{T^2} \right)$	<p><b>4.5.4 Período Fundamental de Vibración</b></p> <p>El periodo fundamental de vibración para cada dirección se estimará con la siguiente expresión:</p> $T = \frac{h_n}{C_T}$ <p>Donde:</p> <p><math>C_T = 35</math> Para edificios cuyos elementos resistentes en la dirección considerada sean únicamente:</p> <p>a) Pórticos de concreto armado sin muros de corte.  b) Pórticos dúctiles de acero con uniones resistentes a momentos, sin arriostamiento.</p> <p><math>C_T = 45</math> Para edificios cuyos elementos resistentes en la dirección considerada sean:</p> <p>a) Pórticos de concreto armado con muros en las cajas de ascensores y escaleras.  b) Pórticos de acero arriostados.</p> <p><math>C_T = 60</math> Para edificios de albañilería y para todos los edificios de concreto armado duales, de muros estructurales, y muros de ductilidad limitada.</p>
---	---

Fuente : propia

# COMPARACIÓN DE ESPECTROS

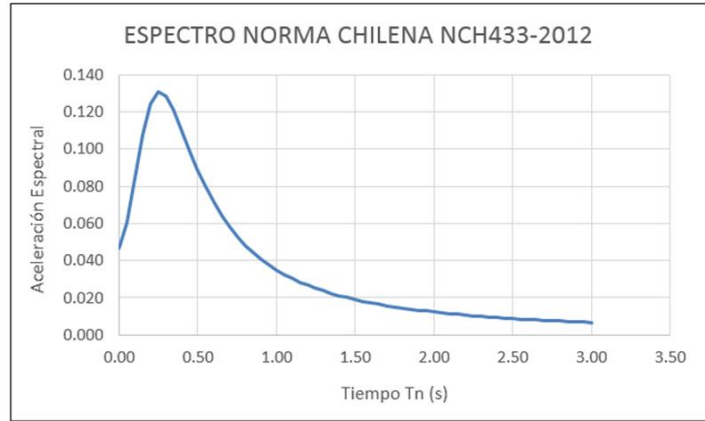
Tabla 16. *Espectro norma peruana E.030-2016*



Fuente : propia

Un incremento en el valor de zona (Z) provoca que la aceleración espectral aumente y por lo tanto se generan mayores esfuerzos cortantes sobre la edificación.

Tabla 17. *Espectro norma chilena Nch 433-2012*



Aceleración Espectral	$S_a = \frac{SA_o \alpha}{(\frac{R^*}{T})}$	
Factor de amplificación $\alpha$	$\alpha = \frac{1 + 4.5 \left(\frac{T_n}{T_o}\right)^p}{1 + \left(\frac{T_n}{T_o}\right)^3}$	$T_n$ = periodo de vibración del modo $n$
		$T_o, p$ = parámetros relativos al tipo de suelo de fundación
Factor de reducción $R^*$	$R^* = 1 + \frac{T^*}{0.10T_o + \frac{T^*}{R_o}}$	$T^*$ = período del modo con mayor masa traslacional equivalente en la dirección de análisis

Fuente : propia

## ANALISIS MODAL ESPECTRAL NORMA E.030- 2016

Tabla 18. *Analisis modal espectral*

T (s)	Sa	C
0.00	0.161	2.50
0.05	0.161	2.50
0.10	0.161	2.50
0.15	0.161	2.50
0.20	0.161	2.50
0.25	0.161	2.50
0.30	0.161	2.50
0.35	0.161	2.50
0.40	0.161	2.50
0.45	0.143	2.22
0.50	0.129	2.00
0.55	0.117	1.82
0.60	0.107	1.67
0.65	0.099	1.54
0.70	0.092	1.43
0.75	0.086	1.33
0.80	0.080	1.25
0.85	0.076	1.18
0.90	0.071	1.11
0.95	0.068	1.05
1.00	0.064	1.00
1.05	0.061	0.95
1.10	0.058	0.91
1.15	0.056	0.87
1.20	0.054	0.83
1.25	0.051	0.80
1.30	0.049	0.77
1.35	0.048	0.74
1.40	0.046	0.71
1.45	0.044	0.69
1.50	0.043	0.67
1.55	0.041	0.65
1.60	0.040	0.63
1.65	0.039	0.61
1.70	0.038	0.59
1.75	0.037	0.57
1.80	0.036	0.56
1.85	0.035	0.54
1.90	0.034	0.53
1.95	0.033	0.51
2.00	0.032	0.50
2.05	0.031	0.49
2.10	0.031	0.48
2.15	0.030	0.47
2.20	0.029	0.45
2.25	0.029	0.44
2.30	0.028	0.43
2.35	0.027	0.43
2.40	0.027	0.42
2.45	0.026	0.41
2.50	0.026	0.40
2.55	0.025	0.38
2.60	0.024	0.37
2.65	0.023	0.36
2.70	0.022	0.34
2.75	0.021	0.33
2.80	0.020	0.32
2.85	0.020	0.31
2.90	0.019	0.30
2.95	0.018	0.29
3.00	0.018	0.28

Fuente : propia



## ANALISIS MODAL ESPECTRAL NORMA Nch 433-2012

Tabla 19. *Analisis modal espectral norma Nch 433-2012*

T n (s)	Sa	a
0.00	0.047	1.00
0.05	0.061	1.30
0.10	0.084	1.80
0.15	0.108	2.30
0.20	0.124	2.66
0.25	0.131	2.80
0.30	0.128	2.75
0.35	0.120	2.58
0.40	0.110	2.35
0.45	0.099	2.12
0.50	0.089	1.90
0.55	0.079	1.70
0.60	0.071	1.53
0.65	0.064	1.37
0.70	0.058	1.24
0.75	0.053	1.13
0.80	0.048	1.03
0.85	0.044	0.95
0.90	0.041	0.87
0.95	0.038	0.80
1.00	0.035	0.75
1.05	0.032	0.69
1.10	0.030	0.65
1.15	0.028	0.61
1.20	0.027	0.57
1.25	0.025	0.54
1.30	0.024	0.50
1.35	0.022	0.48
1.40	0.021	0.45
1.45	0.020	0.43
1.50	0.019	0.41
1.55	0.018	0.39
1.60	0.017	0.37
1.65	0.016	0.35
1.70	0.016	0.34
1.75	0.015	0.32
1.80	0.014	0.31
1.85	0.014	0.30
1.90	0.013	0.29
1.95	0.013	0.27
2.00	0.012	0.26
2.05	0.012	0.25
2.10	0.011	0.25
2.15	0.011	0.24
2.20	0.011	0.23
2.25	0.010	0.22
2.30	0.010	0.21
2.35	0.010	0.21
2.40	0.009	0.20
2.45	0.009	0.19
2.50	0.009	0.19
2.55	0.009	0.18
2.60	0.008	0.18
2.65	0.008	0.17
2.70	0.008	0.17
2.75	0.008	0.16
2.80	0.007	0.16
2.85	0.007	0.15
2.90	0.007	0.15
2.95	0.007	0.15
3.00	0.007	0.14

Fuente : propia

## COMPARACIÓN DE COCIENTE Y CORTANTE BASAL

Cociente estático según la norma E030-2016

$$V = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \cdot P$$

Comparación de masas por pisos de las 2 Normas E.030-2016 y Norma Nch 433-2012

Masas por pisos de la norma E.030 2016

Tabla 18 Masas por pisos de la norma E.030 2016

Nivel	Masa	Por Gravedad
Story10	80.75	792.2
Story9	111.48	1093.6
Story8	112.99	1108.4
Story7	112.99	1108.4
Story6	112.99	1108.4
Story5	112.99	1108.4
Story4	112.99	1108.4
Story3	113.25	1111.0
Story2	113.5	1113.4
Story1	114.06	1118.9

Masa total 1097.99 10771.28

Cortante V en base 1154.07

Fuente : propia

Masas por pisos de la norma Nch 433 2012

Tabla 20. Table: Mass Summary by Story

Nivel	Masa	Por Gravedad
Story10	80.75	792.2
Story9	97.20	953.5
Story8	97.58	957.3
Story7	97.58	957.3
Story6	97.58	957.3
Story5	97.58	957.3
Story4	97.58	957.3
Story3	97.84	959.8
Story2	98.09	962.3
Story1	98.65	967.8

Masa total 960.43 9421.82 Peso (P)

CORTANTE ESTATICA Qo= 628.12

Fuente : propia

La variación del cociente estático (C) ocasiona que se obtenga distintas cortantes basal en ambos estudios.

La variación del parámetro de zona ocasiona que el cociente de cortante basal se incremente, provocando mayores fuerzas cortantes en la norma peruana.

El valor P que viene hacer el peso de la edificación tiene un ligero cambio en la norma chile, pues no considera un adicional del 25% de carga viva de techo.

Comparación de cortante estático CORTANTE ESTATICO según Norma E.030-2016

Tabla 21. *Comparación de cortante estático*

Story	Load Case/Combo	Location	VX	VY
			tonf	tonf
STORY1	Sismo en XX	Bottom	1144.03	1.37
STORY1	Sismo en YY	Bottom	1.49	1150.02

Fuente : propia

CORTANTE ESTATICO según Norma Nch 433-2012

Tabla 22. *Cortante estatico*

Story	Load Case/Combo	Location	VX	VY
			tonf	tonf
STORY1	Sismo en XX	Bottom	623.81	0.77
STORY1	Sismo en YY	Bottom	0.81	627.10

Fuente : propia

Con la norma E030-2014 se obtienen mayores cortantes en el piso 1, tanto en la dirección X como Y. El modelado estructural permite verificar que los elementos estructurales existentes soportan dicho incremento. Debido al factor de seguridad previsto en el diseño original.

Por lo tanto, para la norma chilena el edificio construido con la norma peruana es un edificio más rígido, más costoso que controla en exceso las deformaciones laterales.

Comparación de periodo de participación de masa

Tabla 23. *Periodo y participación de masa según Norma E.030-2016*

TABLE: Modal Participating Mass Ratios								
Case	Mode	Period	UX	UY	UZ	Sum UX	Sum UY	Sum UZ
		sec						
Modal en X	1	0.770	0.671	0.000	0.000	0.671	0.000	0.000
Modal en Y	2	0.275	0.000	0.742	0.000	0.671	0.742	0.000
Modal Torsion	3	0.230	0.007	0.000	0.000	0.678	0.742	0.000
Modal	4	0.195	0.198	0.000	0.000	0.876	0.742	0.000
Modal	5	0.095	0.052	0.000	0.000	0.927	0.742	0.000
Modal	6	0.083	0.000	0.171	0.000	0.927	0.913	0.000
Modal	7	0.070	0.012	0.000	0.000	0.939	0.913	0.000
Modal	8	0.062	0.024	0.000	0.000	0.963	0.913	0.000
Modal	9	0.046	0.013	0.000	0.000	0.976	0.913	0.000
Modal	10	0.044	0.000	0.045	0.000	0.976	0.958	0.000
Modal	11	0.038	0.001	0.000	0.000	0.977	0.958	0.000
Modal	12	0.037	0.010	0.000	0.000	0.987	0.958	0.000

Fuente : propia

\*la participación de masa en los 12 modales involucra a un mínimo de 96% de la masa total lo cual es aceptado por la norma.

Tabla 24. *Periodo y participación de masa según Norma Nch 433-2012*

TABLE: Modal Participating Mass Ratios								
Case	Mode	Period	UX	UY	UZ	Sum UX	Sum UY	Sum UZ
		sec						
Modal en X	1	0.7280	0.6699	0.0000	0.0000	0.6699	0.0000	0.0000
Modal en Y	2	0.2600	0.0000	0.7409	0.0000	0.6699	0.7409	0.0000
Modal Torsion	3	0.2200	0.0085	0.0000	0.0000	0.6784	0.7410	0.0000
Modal	4	0.1840	0.1968	0.0000	0.0000	0.8752	0.7410	0.0000
Modal	5	0.0890	0.0514	0.0001	0.0000	0.9266	0.7410	0.0000
Modal	6	0.0780	0.0001	0.1714	0.0000	0.9267	0.9124	0.0000
Modal	7	0.0670	0.0122	0.0002	0.0000	0.9390	0.9127	0.0000
Modal	8	0.0580	0.0238	0.0000	0.0000	0.9628	0.9127	0.0000
Modal	9	0.0430	0.0133	0.0000	0.0000	0.9760	0.9127	0.0000
Modal	10	0.0420	0.0000	0.0447	0.0000	0.9760	0.9574	0.0000
Modal	11	0.0360	0.0020	0.0002	0.0000	0.9781	0.9575	0.0000
Modal	12	0.0340	0.0091	0.0000	0.0000	0.9872	0.9575	0.0000

Fuente : propia

Se aplicó en este estudio 12 modales de vibración, logrando una participación de masa acumulada en la dirección X de 98.7% y en la dirección Y de 95.8% valores por encima de lo requerido en el numeral 4.6.1 de la norma E030-2014, el cual solicita que el estudio considere una participación de masa acumulada mayor a 90%.

En el estudio peruano se considera una excentricidad del 5% mientras que en la norma chilena se considerar una excentricidad del 10%, el cual es aplicado en el análisis de torsión accidental.

La norma chilena también contempla una participación de masa acumulada mayor a 90%, sin embargo, pone énfasis en que se debe controlar la torsión accidental, ver el punto 6.2.8.

### Comparación de cortantes dinámicas

Tabla 25. Cortante dinamica inicial según Norma e.030-2016

Story	Load Case/Combo	Location	VX	VY
			tonf	tonf
STORY1	SX Dinamico Max	Bottom	703.48	13.76
STORY1	SY Dinamico Max	Bottom	15.50	1322.07

Fuente : propia

Comparando cortantes : Para edificaciones de forma Regular

Cortante dinamica  $V_{din} > 80\%$  Vest cortante estatica en el primer entrespiso

Tabla 26. Comparacion de cortantes

	Dirección X	Amplificar	Dirección Y	Amplificar
80% Vestatico	915.22		920.01	
Vdinamico	703.48	1.301	1322.07	0.696

En el Caso Sx Dinamico = 9.81*	1.301	12.76
En el Caso Sy Dinamico = 9.81*	1.000	9.81

\* Solo necesita amplificar en la dirección X

Fuente : propia

## CORTANTE DINÁMICA según Norma E.030-2016

Tabla 27. *Cortante dinámica*

Story	Load Case/Combo	Location	VX	VY
			tonf	tonf
STORY1	SX Dinamico Max	Bottom	915.75	17.92
STORY1	SY Dinamico Max	Bottom	15.49	1322.07

Fuente : propia

La norma peruana establece que la fuerza cortante dinámica mínima en el primer entrepiso debe ser mayor a 80% de la cortante estático en un edificio regular.

Mientras que la norma chilena considera que la fuerza dinámica no debe ser menor que la fuerza estática obtenida en el primer entrepiso y además debe considerar los valores  $Q_0$  mínimo y el valor de  $IC_{maxP}$ .

## CORTANTE DINÁMICA INICIAL según Norma Nch 433-2012

Tabla 28. *Cortante dinámica inicial*

Story	Load Case/Combo	Location	VX	VY
			tonf	tonf
STORY1	SX Dinamico	Bottom	414.45	7.36
STORY1	SY Dinamico	Bottom	8.54	917.36

Fuente : propia

$$Q_{min} = 628.12122$$

$$Q_0 (min) = \frac{ISA_0 P}{6g}$$

$$IC_{maxP} = 1319.05$$

cortantes : Para edificaciones de forma Regular

Cortante dinámica  $V_{din} > V_{est}$  cortante estática en el primer entrepiso

Tabla 29. *Comparacion de cortantes*

	Dirección X	Amplificar	Dirección Y	Amplificar
Vestatico	623.81		627.10	
Vdinamico	414.45	1.505	917.36	0.684

En el Caso Sx Dinamico = 9.81*	1.506	14.77
En el Caso Sy Dinamico = 9.81*	1.000	9.81

\* Solo necesita amplificar en la dirección X

Fuente : propia

Tabla 30. *Cortante dinámica amplificada según Norma Nch 433-2012*

**CORTANTE DINÁMICA AMPLIFICADA según Art. 6.3.7 Nch 433-2012**

**TABLE: Story Forces**

Story	Load Case/Combo	Location	VX	VY
			tonf	tonf
STORY1	SX Dinamico Max	Bottom	624.00	11.08
STORY1	SY Dinamico Max	Bottom	8.54	917.36

Fuente : propia

**COMPARACIÓN DE ESFUERZOS MÁXIMOS**

**ESFUERZOS MÁXIMOS DIRECCIÓN (X) según Norma E.030-2016**

Tabla 31. *Esfuerzos máximos dirección x según Norma E.030-2016*

**TABLE: Story Forces**

Story	Load Case/Combo	Location	VX	VY	MX	MY
			tonf	tonf	tonf-m	tonf-m
Story10	SDX Max	Bottom	171.20	4.49	40.35	643.98
Story9	SDX Max	Bottom	337.12	7.47	106.70	1887.57
Story8	SDX Max	Bottom	452.03	9.49	206.74	3532.47
Story7	SDX Max	Bottom	536.54	10.62	314.19	5439.47
Story6	SDX Max	Bottom	610.59	11.67	426.96	7548.30
Story5	SDX Max	Bottom	684.41	12.73	546.03	9847.71
Story4	SDX Max	Bottom	759.21	13.81	647.09	12338.49
Story3	SDX Max	Bottom	828.45	15.11	758.45	15039.90
Story2	SDX Max	Bottom	883.99	16.27	946.90	17964.22
Story1	SDX Max	Bottom	915.75	17.92	1153.83	21041.24

Fuente : propia

**ESFUERZOS MÁXIMOS DIRECCIÓN (X) según art. 6.3.7 Nch 433-2012**

Tabla 32. *Esfuerzos máximos dirección x según Norma Nch 433-2012*

**TABLE: Story Forces**

Story	Load Case/Combo	Location	VX	VY	MX	MY
			tonf	tonf	tonf-m	tonf-m
Story10	SDX Max	Bottom	129.29	2.82	29.77	485.67
Story9	SDX Max	Bottom	240.58	4.52	76.42	1376.96
Story8	SDX Max	Bottom	314.37	5.90	145.71	2530.06
Story7	SDX Max	Bottom	364.90	7.00	219.36	3835.33
Story6	SDX Max	Bottom	409.16	7.94	294.88	5244.31
Story5	SDX Max	Bottom	458.20	8.78	372.54	6757.60
Story4	SDX Max	Bottom	512.64	9.49	437.17	8394.93
Story3	SDX Max	Bottom	564.21	10.07	509.28	10186.73
Story2	SDX Max	Bottom	603.88	10.38	633.58	12146.82
Story1	SDX Max	Bottom	624.00	11.08	770.96	14222.15

Fuente : propia

Como podemos apreciar las fuerzas cortantes (VX) y momentos máximos (MY) por piso en la norma E030-2016 son mayores que los de la norma NCH433-2012.

Desplazamientos máximo considerando centro de masa dirección X. según Norma E.030-2016

TABLE: Diaphragm Center of Mass Displacements										
Story	Diaphragm	Load Case/Combo	UX	UX	Z	Var. altura de pisos	Desplazamiento de entrepiso	Var. .Alt. Piso /Despla. Rela.	Norma	Por 0.75R = 5.25
			m	cm	m	cm	Relativo	Distorsión	<0.007	Distorsión
Story10	D10	SDX Max	0.0230	2.30	36.0	360	0.200	0.000556	Cumple	0.0029
Story9	D9	SDX Max	0.0210	2.10	32.4	360	0.300	0.000833	Cumple	0.0044
Story8	D8	SDX Max	0.0180	1.80	28.8	360	0.300	0.000833	Cumple	0.0044
Story7	D7	SDX Max	0.0150	1.50	25.2	360	0.300	0.000833	Cumple	0.0044
Story6	D6	SDX Max	0.0120	1.20	21.6	360	0.200	0.000556	Cumple	0.0029
Story5	D5	SDX Max	0.0100	1.00	18.0	360	0.300	0.000833	Cumple	0.0044
Story4	D4	SDX Max	0.0070	0.70	14.4	360	0.300	0.000833	Cumple	0.0044
Story3	D3	SDX Max	0.0040	0.40	10.8	360	0.200	0.000556	Cumple	0.0029
Story2	D2	SDX Max	0.0020	0.20	7.2	360	0.100	0.000278	Cumple	0.0015
Story1	D1	SDX Max	0.0010	0.10	3.6	360	0.100	0.000278	Cumple	0.0015

Esta diferencia de esfuerzos en la estructura depende del espectro sísmico aplicado, así mismo del parámetro de zona del estudio.

Si consideramos esta variación de Cortantes y Momentos involucra un nuevo diseño de la sección de los elementos estructurales (vigas, columnas, placas, zapatas).

## COMPARACIÓN DE DESPLAZAMIENTOS RELATIVOS DE ENTREPISO SEGÚN CENTRO DE MASA SEGÚN NORMA E.030-2016

Tabla 33. Comparación de desplazamientos relativos de entrepiso

Desplazamientos máximo considerando centro de masa dirección X. según Norma NCH 433-2012

TABLE: Diaphragm Center of Mass Displacements									
Story	Diaphragm	Load Case/Combo	UX	UX	Z	Var. altura de pisos (H)	Desplazamiento de entrepiso	Art. 592 Desp. entrepiso no mayor a 0.002H	
			m	cm	m	cm	Relativo		
Story10	D10	SDX Max	0.0160	1.60	36.0	360	0.200	0.72	Cumple
Story9	D9	SDX Max	0.0140	1.40	32.4	360	0.200	0.72	Cumple
Story8	D8	SDX Max	0.0120	1.20	28.8	360	0.200	0.72	Cumple
Story7	D7	SDX Max	0.0100	1.00	25.2	360	0.200	0.72	Cumple
Story6	D6	SDX Max	0.0080	0.80	21.6	360	0.200	0.72	Cumple
Story5	D5	SDX Max	0.0060	0.60	18.0	360	0.100	0.72	Cumple
Story4	D4	SDX Max	0.0050	0.50	14.4	360	0.200	0.72	Cumple
Story3	D3	SDX Max	0.0030	0.30	10.8	360	0.100	0.72	Cumple
Story2	D2	SDX Max	0.0020	0.20	7.2	360	0.100	0.72	Cumple
Story1	D1	SDX Max	0.0010	0.10	3.6	360	0.100	0.72	Cumple

Fuente : propia



La norma peruana considera desplazamientos relativos desde el centro de masa igual que la chilena sin embargo al ser un estudio elástico lo amplifica por 0.75R para estructuras regulares y pone un máximo de 0.007, mientras que la norma chilena considera que el estudio elástico debe cumplir que el desplazamiento relativo de entrepiso no debe ser mayor que 0.002H donde h es la altura del entrepiso.

$$\delta_u = 1,3 S_{de}(T_{ag})$$

Así mismo la norma chilena menciona que para efectos de diseño de estructura de hormigón armado se deberá calcular el desplazamiento lateral de diseño de techo Su, que es igual a:

Donde el espectro elástico de desplazamiento se obtiene de:

Para nuestro estudio el suelo de tipo B tiene un  $T_n \leq 0.47$  seg. y un  $C_d^*$  de 1.0 y  $A_0$  esta expresado en cm/seg<sup>2</sup>

$$S_{de}(T_n) = \frac{T_n^2}{4\pi^2} \alpha A_0 C_d^*$$

## COMPARACIÓN DE DESPLAZAMIENTO MÁXIMO DE UN PUNTO POR PISO

Tabla 34. *Comparación de desplazamiento máximo de un punto por piso*

Desplazamientos laterales máximos por pisos Dirección X. según Norma E.030-2016

TABLE: Story Drifts						
Story	Direction	Load Case/Combo	Drift	Z	Norma	0.75*(R=7)
				m	<0.007	= 5.25
Story10	SDX Max	X	0.00086	36.00	Cumple	0.0045
Story9	SDX Max	X	0.00092	32.40	Cumple	0.0048
Story8	SDX Max	X	0.00096	28.80	Cumple	0.0050
Story7	SDX Max	X	0.00098	25.20	Cumple	0.0051
Story6	SDX Max	X	0.00096	21.60	Cumple	0.0051
Story5	SDX Max	X	0.00092	18.00	Cumple	0.0048
Story4	SDX Max	X	0.00084	14.40	Cumple	0.0044
Story3	SDX Max	X	0.00070	10.80	Cumple	0.0037
Story2	SDX Max	X	0.00055	7.20	Cumple	0.0029
Story1	SDX Max	X	0.00030	3.60	Cumple	0.0016

Fuente : propia

Tabla 35. *Desplazamientos laterales máximos por piso Norma Nch 433-2012*

Desplazamientos laterales máximos por pisos Dirección X en un punto cualquiera Nch 433-2012

TABLE: Story Drifts

Story	Direction	Load Case/Combo	Drift	UY	Z	Var. altura de pisos	Desplazamiento de entrepiso	Art. 592 Despl Entrepiso no mayor a 0.001H	
				cm	m	cm	Relativo		
Story10	SDX Max	X	0.00059	0.06	36.00	360	-0.004	0.36	Cumple
Story9	SDX Max	X	0.00063	0.06	32.40	360	-0.003	0.36	Cumple
Story8	SDX Max	X	0.00066	0.07	28.80	360	-0.001	0.36	Cumple
Story7	SDX Max	X	0.00066	0.07	25.20	360	0.001	0.36	Cumple
Story6	SDX Max	X	0.00065	0.07	21.60	360	0.003	0.36	Cumple
Story5	SDX Max	X	0.00062	0.06	18.00	360	0.006	0.36	Cumple
Story4	SDX Max	X	0.00056	0.06	14.40	360	0.009	0.36	Cumple
Story3	SDX Max	X	0.00047	0.05	10.80	360	0.010	0.36	Cumple
Story2	SDX Max	X	0.00037	0.04	7.20	360	0.016	0.36	Cumple
Story1	SDX Max	X	0.00020	0.02	3.60	360	0.020	0.36	Cumple

Fuente : propia

Para desplazamientos máximos relativos de un punto por piso la norma chilena indica que esta debe ser multiplicado por  $0.001H$  donde  $H$  es la altura de medida entre dos pisos consecutivos.

En el estudio con la norma peruana los desplazamientos laterales fueron incrementados según la norma en un  $0.75R$  para estructuras Regulares y aún se mantiene dentro del rango permitido.

#### IV. DISCUSION

El presente estudio de investigación considera analizar y revisar las diferencias entre la normativa peruana E0.30 y la normativa chilena 433-2012 Se han estudiado los aspectos básicos de cada normativa sísmica, para comprender su metodología y conocer las diferencias entre ellas en la aplicación del análisis modal espectral a un edificio de oficinas de placas y columnas. Se resume lo siguiente:

El factor de zonificación que se utilizó son de la zona de la costa para ambos territorios. Para el Perú el factor de la zona 4 con un  $Z=0.45$  y para Chile el factor de la zona

utilizó el valor de la aceleración efectiva en función de la gravedad  $A_0 = 0.40g$  correspondiente a la zona 3.

Con relación a los factores de uso, la edificación ha sido considerada como de uso oficinas, según la norma para Perú el factor de uso es  $U=1$  siendo considerada en la categoría C. Para la norma de Chile, el edificio de oficinas se encuentra en la categoría II con factor de importancia  $I=1.0$ .

Con relación a los parametros de zonificación se aprecia que la normativa de Chile Nch 433-2012 tiene un valor menor en el factor de zona con respecto a la normativa peruana E.030-2016, este factor de zona “Z” cambia según normativa de la zona y riesgo sísmico en la que se localiza la estructura.

Las normativas de diseño sísmico aportan un modo de cálculo del coeficiente de amplificación sísmica para las dos normativas, para el caso de la norma de Perú E.030-2016 el coeficiente de amplificación sísmica calculo 1.66666667 y en la norma chilena 433-2012 calculo 0.0667, esto indica que la cortante basal será inferior en la normativa chilena 433-2012. .

Los tipos de suelo se consideran como suelos muy similares. Para el Perú según norma se ha considerado un Suelo de tipo  $S1=1.0$ , suelos muy rígidos, que conlleva los siguientes periodos correspondientes a la zona 4, como:  $T_p=0.40$  y  $T_L=2.50$ .

Para Chile según norma se considera un tipo de suelo de B, suelo muy denso o muy firme, que conlleva los siguientes parámetros:  $S=1$ ,  $T_0=0.30$ ,  $T'=0.35$ ,  $n=1.33$  y  $p=1.50$ .

Según norma para Chile, este factor se estima por una fórmula descrita en el punto 2.5, la cual no sugiere un rango de evaluación según el periodo como lo estipula la normatividad peruana, sino que se evalúa mediante una fórmula la cual necesita de los factores del suelo ( $T_0$  y  $p$ ) y de los periodos  $n$ .

## V. CONCLUSIONES

Se analizó y estudió la normativa peruana E.030 y la normativa chilena NCh433 para comprender su método aplicativo en el diseño sísmico modal de una edificación.

Se concluye y recomienda lo siguiente:

Para nuestro tema de estudio, una edificación de sistema dual placas y columnas,  $R = 7$  si se elabora un análisis estático y  $R_o = 11$  si realiza un análisis dinámico. En cambio, para la normativa peruana el coeficiente básico de reducción, para una edificación de placas y columnas varía según su sistema estructural y no cambia si se emplea para un análisis estático; por lo tanto, se tiene que  $R_o = 8$  pórticos y  $R_o = 7$  sistema dual (tema de investigación).

La normativa chilena considera en su país tres zonas sísmicas (Zonas 1, 2 y 3), considerando su valor de aceleración efectiva máxima del suelo iguales a 0.20g, 0.30g y 0.40g respectivamente. En cambio, en la normativa peruana están consideradas cuatro zonas sísmicas (Zonas 1, 2, 3 y 4), teniendo éstas sus factores de zonas  $Z$  igual a 0.10, 0.25, 0.35 y 0.45 respectivamente. Las zonas históricamente con mayor actividad sísmica tanto en Perú y en Chile se ubican en las zonas 3 y 4 respectivamente. Estos valores corresponden a la zona de la costa de ambos países, siendo 0.45 para Perú y 0.40g para Chile.

Los factores de Uso de las estructuras cambian según grado de importancia, considerando la normativa peruana valores más elevados que la normativa de Chile. También cabe indicar que la normativa de Chile no considera en su normativa factores de uso cuando las edificaciones se diseñan con aisladores sísmicos o disipadores de energía, ya que en la normativa peruana es igual a 1 su factor de uso.

La normativa peruana considera cinco tipos de suelo, teniendo una de ellas condiciones excepcionales.

Para los tipos de suelo la normativa chilena tiene seis tipos y uno es considerado como suelo especial.

Podemos determinar por tanto que la normatividad chilena tiene menores valores con respecto a las deformaciones y derivas de entrepiso que la normatividad peruana.

Esto contribuye a que la edificación no estaría menos sobredimensionada, más ligera y dúctil. Cabe indicar también que es muy importante el factor de reducción  $R$ . Este factor  $R$  juega un papel importante al estimar el espectro ya que si este factor  $R$  es muy grande sobredimensionaría el edificio y si es muy baja la edificación se diseñaría muy ligera.

Por último, considerar el periodo de vibración de la edificación en la ecuación del factor  $R^*$ , para la normativa chilena, muestra una ventaja sobre la normativa peruana ya que considera el comportamiento real del edificio en la generación del factor de reducción y por ende, del espectro de diseño. Se recomienda para la normativa peruana, poder adoptar este tipo de análisis para generar un espectro de diseño más óptimo.

## **VI. RECOMENDACIONES**

Una sugerencia con respecto al factor de modificación  $R$ , es que la normativa peruana debería efectuar un estudio para poder implementar estos factores que la normativa chilena aplica, de tener un factor  $R$  para edificaciones menores a 30 m de altura y un factor  $R_o$  para edificios mayores de los 30 m de altura. Esto indica, que se emplee un factor de reducción por cada tipo de análisis, ya sea estático o modal espectral. Al examinar edificaciones antiguas, diseñadas con la norma anterior al del 2003, se determina que dichas estructuras antiguas son suficientemente resistentes y aún siguen en pie, después de los fuertes terremotos ocurridos en Chile en los años 2007 y 2010., según el Anexo D.5.7.1. de la Norma Oficial Chilena NCh 433.Of1996 Modificada. (2012). también observe estos detalles en sus estructuras construidas y diseñadas con las antiguas normativas, por lo que para plantear un factor  $R_o$  comparamos los esfuerzos de cortante basal elaborados para un grupo característico o de edificaciones. Se espera que para la normativa sísmica peruana E.030 se pueda emplear estos estudios y otros más que sean necesarios para elaborar un factor de reducción  $R$  más adecuado.

Se recomienda para la normativa peruana, que se podría optar por las disposiciones planteadas por la normatividad chilena con respecto al cálculo del factor de reducción de las fuerzas sísmicas  $R$ . Esto quiere que el factor de reducción de las fuerzas sísmicas dependa también del periodo de vibración  $T$  de la estructura sometida a cargas estáticas. Una manera rápida de encontrar este periodo es empleando el programa Etabs 2016. Si bien es cierto, que la normativa peruana E.030 emplea los factores de irregularidad, que son valores que se han asignado a los diferentes tipos de irregularidades que puedan tener las edificaciones, se recomienda que se considere la utilización del periodo fundamental de la estructura  $T$  en el cálculo del factor de reducción de fuerzas sísmicas  $R$ . Este periodo  $T$  de la edificación, sería

un dato más real con respecto a la respuesta y comportamiento de la edificación ante acciones de fuerzas externas.

## **VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

**Andrade Insua L. 2004.** *Control de la deriva en las normas de diseño sismorresistente.*

(Tesis para optar al título). Universidad Católica del Perú, Lima, Perú

**Borda Meza, L, Pastor Dulanto, A. (2007).** *Desempeño sísmico de un edificio aporticado*

*de seis pisos.* Tesis para optar al título. Lima : Pontifica Universidad Católica del

Perú, Lima, Perú

**Giuseppe Negrini M. 2002.** *Analisis comparativo de la norma sismorresistente en*

*estructuras de concreto armado.* (Tesis para optar al título). Universidad de

Piura, Piura, Peru

**Herrera L. 2013.** *Estimación de la interacción dinámica suelo-estructura de edificios*

*construidos en ladera.* (tesis para optar al título). Universidad Nacional de Colombia.

bogota. colombia

**León J. 2011.** *Interacción estática suelo estructura análisis con el método de elementos*

*finitos.* (tesis para optar al título). Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca,

Ecuador

**Lopez Guebara, K., Matheus Damian, A. 2013.** *Evaluación del impacto en la selección*

*de normas sísmicas para el diseño de estructuras en instalaciones industriales.*

(Tesis para optar al título). Universidad Católica Andrés Bello, Caracas, Venezuela

**Málaga Cardoza, J. 2015.** *Estudio Comparativo De Distintas Normas Internacionales*

*Respecto De La Aplicación De Los Espectros Sísmicos De Respuesta.* (Tesis para

optar al título). Escuela Técnica Superior De Caminos Canales y Puertos Universidad

Politécnica de Madrid, Madrid, España



- Málaga Cardoza, J. 2015.** *Estudio Comparativo De Distintas Normas Internacionales Respecto De La Aplicación De Los Espectros Sísmicos De Respuesta.* (Tesis para optar al título). Escuela Técnica Superior De Caminos Canales y Puertos Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, España
- Morales R. 2006.** Diseño en Concreto Armado 3era ed Mayo fondo Editorial ICG
- Peña fritz A. 2004.** *Diseño de muros de sótano, sometidos a cargas verticales por pilares de fachada.* (tesis para maestria), universidad politécnica de madrid. madrid. España
- Picoita D. 2011.** *Elaboración de nuevos espectros sísmicos de diseño en aceleraciones para el código ecuatoriano de la construcción 2011.* (Tesis para optar al título). Universidad San Francisco de Quito, Quito, Ecuador
- Ramírez Villalba, J, Sanchez Obregon.J. 2015.** *Comportamiento estructural de edificaciones medianas irregulares de sistema dual, aplicando la norma E.030 - 2006 y el proyecto de norma 2014 en lima metropolitana.* (Tesis para optar al título). Universidad de San Martin de Porres, Lima, Peru
- Recuay Baquerizo A. 2016.** *Desempeño sismico del edificio “federacion medica” diseñado con la norma e.030 (2006) comparado con el proyecto de norma e.030 (2014) en huancayo.* (Tesis para optar al título).Universidad De Huancayo, Cerro de Pasco, Perú.
- SENCICO 2016.** *Norma Técnica de Edificación NTE-E.030 Diseño Sismorresistente.* Servicio Nacional de Normalización, Capacitación e Investigación para la industria de la construcción, Lima. Peru

**Vergara Luna, Victoria A., Zevallos Esquivel, M. 2014.** *Análisis sísmico por desempeño estático no lineal de un edificio de 6 niveles en la ciudad de Trujillo.* (Tesis para optar al título). Universidad Privada Antenor Orrego, La libertad, Perú)

## **VIII. ANEXOS**

## Anexo 1. Acta de aprobación de originalidad de Tesis

	<b>ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS</b>	Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
---	--	---

Yo, Mgtr. Cesar Augusto Paccha Rufasto, docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo sede Lima Este, revisor de la tesis titulada

"Diseño sísmico de un edificio de 10 pisos comparando la norma peruana E.030-2016 y la norma chilena NCH 433-2012, Miraflores 2018", del estudiante Willian Marcelo Milachay Loayza, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 19% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

San Juan de Lurigancho, 17 de diciembre del 2018.

  
Cesar Augusto Paccha Rufasto

DNI: 42569813

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS</b>	Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
--	--	---

Yo, Mgtr. Cesar Augusto Paccha Rufasto, docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo sede Lima Este, revisor de la tesis titulada

"Diseño sísmico de un edificio de 10 pisos comparando la norma peruana E.030-2016 y la norma chilena NCH 433-2012, Miraflores 2018", del estudiante: Fernando Retamozo Paitán, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 19% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

San Juan de Lurigancho, 17 de diciembre del 2018.




Cesar Augusto Paccha Rufasto

DNI: 42569813

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

Feedback Studio - Google Chrome  
 https://ev.turnitin.com/app/carta/es/?s=1&u=1061528595&o=1143657206&lang=es

feedback studio | Diseño sísmico de un edificio de 10 pisos comparando la norma peruana E.030- 2016 y la norma chilena NCH 433-2012, Miraflores 2018



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Diseño sísmico de un edificio de 10 pisos comparando la norma peruana E.030- 2016 y la norma chilena NCH 433-2012, Miraflores 2018

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTORE:

Fernando Refranco Patián

Walter Marcelo Mancay Loayza

ASESOR:

Ing. Cesar Paccha Rufano

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño sísmico y estructural

LIMA - PERÚ

2018

**Resumen de coincidencias**

**19 %**


Se están viendo fuentes estándar

[Ver fuentes en inglés \(Beta\)](#)

**Coincidencias**

1	Entregado a Universida...	5 %
2	Entregado a Universida...	3 %
3	repositorio.ucv.edu.pe	2 %
4	Entregado a Universida...	2 %
5	Entregado a Universida...	1 %
6	Entregado a Pontificia ...	1 %
7	www.cormunat.cl	1 %

Página: 1 de 73    Número de palabras: 10379    Text-only Report    Turnitin Classic    High Resolution    Activado    10:24 a.m. 14/06/2019

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE          TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL          UCV</b>	Código : F08-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
--	--	---

Yo Willian Marcelo Milachay Loayza, egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, autorizo ( x ) , No autorizo ( ) la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado **"Diseño sísmico de un edificio de 10 pisos comparando la norma peruana E.030-2016 y la norma chilena NCH 433-2012, Miraflores 2018"**; en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

.....

.....

.....

.....

.....


.....

.....

.....

.....


.....

  
 FIRMA

DNI: 09599389

FECHA: Lima, San Juan de Lurigancho, 17 de diciembre de 2018

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE          TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL          UCV</b>	Código : F08-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
--	--	---

Yo Fernando Retamozo Paitán, egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, autorizo ( x ) , No autorizo ( ) la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado **"Diseño sísmico de un edificio de 10 pisos comparando la norma peruana E.030-2016 y la norma chilena NCH 433-2012, Miraflores 2018"**; en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

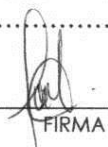
.....

.....

.....

.....

.....

  
 \_\_\_\_\_  
 FIRMA

DNI: 23266327

FECHA: Lima, San Juan de Lurigancho, 17 de diciembre de 2018

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------





# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## AUTORIZACIÓN DE ENTREGA DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE LA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL, DRA. ING. MARIA YSABEL GARCIA ALVAREZ A LA RECEPCIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN SOLICITADA PARA LA ENTREGA DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

RETAMOZO PAITÁN FERNANDO

INFORME TÍTULADO:

DISEÑO SISMICO DE UN EDIFICIO DE 10 PISOS COMPARANDO LA NORMA PERUANA E.030-2016 Y LA NORMA CHILENA NCH 433-2012, MIRAFLORES 2018

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

INGENIERO CIVIL

SUSTENTADO EN FECHA: San Juan de Lurigancho, 17 de Diciembre del 2018.

NOTA O MENCIÓN: 12 (Doce)



9.05

DRA. ING. MARÍA YSABEL GARCÍA ÁLVAREZ



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## AUTORIZACIÓN DE ENTREGA DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE LA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL, DRA. ING. MARIA YSABEL GARCIA ALVAREZ A LA RECEPCIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN SOLICITADA PARA LA ENTREGA DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

MILACHAY LOAYZA WILLIAN MARCELO

### INFORME TITULADO:

DISEÑO SISMICO DE UN EDIFICIO DE 10 PISOS COMPARANDO LA NORMA PERUANA E.030-2016 Y LA NORMA CHILENA NCH 433-2012, MIRAFLORES 2018

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

INGENIERO CIVIL

SUSTENTADO EN FECHA: San Juan de Lurigancho, 17 de Diciembre del 2018.

NOTA O MENCIÓN: 12 (Doce)



9-03

DRA. ING. MARÍA YSABEL GARCÍA ÁLVAREZ